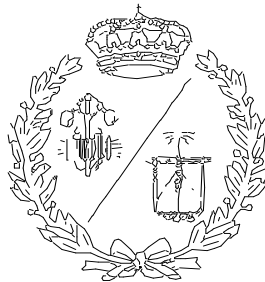


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**AMPLIACIÓN DE LA ESTACIÓN DE ESQUÍ Y
MONTAÑA ALTO CAMPOO: DISEÑO DE
ALTERNATIVAS Y ANÁLISIS COSTE-
BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL** (Extension of
the ski and mountain resort Alto Campoo: Design
of alternatives and Environmental Cost-Benefit
Analysis)

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Alfonso de Lama Rojo

Julio - 2019

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	4
1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	5
2	TRANSPORTE POR CABLE.....	7
2.1	EL TRANSPORTE POR CABLE: INTRODUCCIÓN	7
2.2	EL TRANSPORTE POR CABLE: EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	7
2.3	EL TRANSPORTE POR CABLE: TIPOS DE INSTALACIONES	14
2.3.1	Funiculares	16
2.3.2	Telesquíes	17
2.3.3	Otras instalaciones: narrias y teletrineos.....	36
3	METODOLOGÍA DE TRABAJO APLICADA	37
3.1	METODOLOGÍA TÉCNICA	37
3.1.1	Selección del emplazamiento	37
3.1.2	Selección del tipo de instalación y características	38
3.1.3	Cálculo y diseño del sistema conjunto	43
3.2	METODOLOGÍA ECONÓMICA	44
3.2.1	Evolución histórica	45
3.2.2	Criterios de eficiencia	49
3.2.3	Tipologías	51
3.2.4	Metodología	53
3.2.5	Ejemplos	71
4	CASO DE ESTUDIO	74
4.1	SITUACIÓN ACTUAL ESPAÑOLA Y CÁNTABRA	74
4.2	ESTACIÓN DE ESQUÍ Y MONTAÑA ALTO CAMPOO	80
4.2.1	Historia de la Estación	82
4.2.2	Características generales de la Estación	85
4.2.3	Motivación del proyecto	89
4.3	EL ENTORNO Y SUS CARACTERÍSTICAS	91
4.3.1	Climatología.....	91
4.3.2	Fauna y vegetación	92
4.4	ALTERNATIVAS	94
4.4.1	Alternativa 1. Pico Cornón 1: T.S. “El Cornón”	95
4.4.2	Alternativa 2. Pico Cornón 2: T.S. “El Cornón” + Innivación artificial ..	96
4.4.3	Alternativa 3. Pico Cuchillón 1: Nuevo T.S. “Cuchillón”	97
4.4.4	Alternativa 4. Pico Cuchillón 2: Nuevo T.S. “Cuchillón” + Nuevo T.Q. “Nuevapista”	99
4.5	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	101

4.5.1	Identificación del proyecto.....	101
4.5.2	Definición de los parámetros básicos.....	101
4.5.3	Impactos del proyecto	102
4.5.4	Valoración monetaria	107
4.5.5	Cálculo de la rentabilidad.....	128
4.5.6	Análisis de sensibilidad	131
5	CONCLUSIONES	138
6	BIBLIOGRAFÍA	141
7	ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	145
7.1	ÍNDICE DE FIGURAS.....	145
7.2	ÍNDICE DE TABLAS.....	148
8	AGRADECIMIENTOS.....	151

1 INTRODUCCIÓN

La Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo es un área preparada para el disfrute de los deportes de invierno como el esquí o el snowboard. Se encuentra en la Comunidad Autónoma de Cantabria, cerca de la frontera de Castilla y León, y conectada por carretera con el municipio de Reinosa. En esta zona de valle, destacan la Estación y el resto de los picos de la Cordillera Cantábrica que lucen el característico color blanco de la nieve en la temporada invernal.

El aumento del número de afluentes, visitantes, turistas o practicantes de estos deportes (esquí alpino, snowboard, esquí de fondo o esquí de travesía), acompañado de la recuperación tras la crisis económica española sufrida entre 2008 y 2014, son dos factores que han provocado el colapso de muchas de las instalaciones de la zona, las cuales destacan por su antigüedad y por la insuficiencia para poder absorber y/o canalizar las grandes masas de esquiadores hacia las pistas.

Uno de los problemas más grandes es la gran acumulación de colas en cualquiera de los remontes mecánicos de la Estación para poder ascender y, posteriormente, descender las pistas esquiando. Esto se debe a varios factores entre los que destacan el envejecimiento de los remontes, la lentitud de alguno de ellos y la posible necesidad de otros nuevos remontes. La sensación es que la estación se queda “pequeña” para la cantidad de visitantes que tiene. Entre otros objetivos, se encuentra el de ampliar la estación para poder mitigar estas situaciones y conseguir que el día sea más agradable para los esquiadores.

El presente proyecto centra su actividad en el estudio de viabilidad socioeconómica y medioambiental de distintas alternativas de ampliación de la Estación, contribuyendo así en la gestión de la misma.

Las alternativas que se plantearán y estudiarán en este proyecto, fuertemente ligadas con el transporte por cable, vienen a formar parte del análisis global para la ampliación de la infraestructura tanto mecánica como comercial, deportiva y turística de la Estación, contribuyendo al desarrollo socioeconómico, mediante la creación de nuevos puestos de trabajo derivados de la gran demanda que existe actualmente para este tipo de lugares.

Siguiendo con este desarrollo, es importante recalcar que uno de los mandamientos básicos del trabajo se basa en el máximo respeto con el medioambiente y el entorno.

Este proyecto, entraría dentro de un plan global para convertir Alto Campoo en una estación que se califica como “mediana” y poder competir con las, ya muy famosas, estaciones de la cordillera de los Pirineos, además de consolidarse como la mejor y más grande estación invernal de la Cordillera Cantábrica.

De esta manera, una vez cumplidos los objetivos principales, se espera conseguir aumentar la rentabilidad, a todos los niveles y de todas y cada una de las instalaciones, para realizar una gestión completa y gratificante de la Estación. Además, se persigue llamar la atención de nuevos inversores.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

El propósito general de este proyecto es la realización de un Análisis Coste – Beneficio con el que obtener las correspondientes conclusiones sobre la viabilidad de distintas alternativas sobre la ampliación de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo. Acompañado de ello, se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- Conocer el estado del arte sobre el Transporte por Cable.
- Analizar de manera discreta, en qué consiste una instalación de Transporte por Cable de una Estación de Esquí.
- Estudiar el procedimiento básico de un Análisis Coste – Beneficio para poder aplicarlo al caso de estudio concreto. Además, conocer la evolución histórica de la herramienta, criterios de eficiencia, tipología y ejemplos.
- Aplicar el conocimiento adquirido con anterioridad, al caso de estudio: se describen las características generales de la Estación y se cotejan las distintas alternativas propuestas.
- Realizar los análisis de sensibilidad y de escenarios asociados al ACB.
- Obtener los resultados finales pertinentes y elaborar las conclusiones definitivas.

Con el fin de la consecución de los presentes objetivos el proyecto se estructura del siguiente modo:

En primer lugar, se indaga sobre el Transporte por Cable: sobre este sistema se hace referencia a su historia y avances que se han dado hasta la fecha, se conocen las instalaciones que actualmente triunfan en el panorama global, sobre todo haciendo hincapié en el Telesilla.

En segundo lugar, se estudia la metodología general del Análisis Coste – Beneficio Medioambiental, indicando también su evolución histórica, sus principios, su tipología y un ejemplo.

A continuación, el proyecto alcanza su punto más crítico, la aplicación de las herramientas mencionadas sobre el caso de estudio: la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo.

Primeramente, se exponen cuestiones previas como la historia y las características principales de la Estación, la motivación del proyecto, y otras cuestiones relativas al entorno de la Estación. Seguidamente se describen las cuatro alternativas de ampliación. También se analiza la situación actual en España y Cantabria, relacionada con los deportes de invierno y las estaciones de esquí.

Y finalmente, se realiza el estudio socioeconómico del proyecto. Esta parte será la más extensa (comprende: la identificación del proyecto, la definición de los parámetros básicos, la definición, estudio y valoración monetaria de los impactos del proyecto, el cálculo de los indicadores de rentabilidad y el análisis de sensibilidad), y en la cual se aplicarán todas las herramientas económicas para obtener los resultados finales.

En último lugar, se deducen las conclusiones y críticas acerca de la viabilidad de las alternativas, y se realiza una propuesta de actuación en la Estación.

2 TRANSPORTE POR CABLE

2.1 EL TRANSPORTE POR CABLE: INTRODUCCIÓN

La *Directiva 2000/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo* emitida el 20 de marzo del año 2000, relativa a las instalaciones de transporte de personas por cable, establece que “las instalaciones de transporte por cable” se proyectan, construyen, ponen en servicio y explotan con el fin de transportar personas. Estas instalaciones de transporte por cable son, principalmente, sistemas de remonte mecánico utilizados en las estaciones turísticas de montaña y comprenden los funiculares, teleféricos, telecabinas, telesillas y telesquíes, pero entre ellas pueden estar también comprendidos los sistemas de remonte y descenso mecánicos por cable utilizados en algunos transportes urbanos.

Quedan excluidos del ámbito de aplicación de la presente Directiva:

- Los ascensores en el sentido de la Directiva 95/16/CE (1).
- Los tranvías tipo convencional traccionados por cable.
- Las instalaciones utilizadas con fines agrícolas.
- Los materiales específicos para ferias, fijos o móviles, y las instalaciones de los parques de atracciones, destinados al recreo y que no sean utilizados como medios de transporte de personas.
- Las instalaciones mineras y las instalaciones implantadas y utilizadas con fines industriales.
- Las embarcaciones accionadas por cable.
- Los ferrocarriles de cremallera.
- Las instalaciones accionadas mediante cadenas.

2.2 EL TRANSPORTE POR CABLE: EVOLUCIÓN HISTÓRICA

A lo largo de la historia la humanidad no se ha conformado con disfrutar de su entorno más próximo, sino que ha ido más allá de sus proximidades. En concreto, gran parte del empeño en la aplicación de nuevas técnicas y avances científicos ha ido orientada a mejorar su movilidad. Es por ello por lo que no resulta sorprendente saber que, uno

de los ámbitos en los que se ha producido una mayor evolución haya sido el de los transportes.

Solucionar problemas de transporte con la ayuda de un cable es un sistema que se lleva usando desde hace miles de años, para transportar a personas, animales o mercancías, sobre todo. En las culturas orientales, como la china o la india, o en las antiguas civilizaciones de América del Sur, como los incas en Perú, es en donde más ha destacado este desarrollo primitivo. Estos lugares, relucen por sus impresionantes y profundas gargantas, sus cordilleras... además, los ríos turbulentos constituyen un impedimento para el día a día de sus poblaciones. A raíz de estos accidentes geográficos, de los más singulares, ha nacido un interés por una nueva forma de transporte basado en la utilización de cuerdas o cables, independiente del resto de modelos clásicos (carretera, mar, ferrocarril...). La influencia en la vida cotidiana de estos pueblos ha sido muy relevante desde entonces.

En estas regiones de naturaleza montañosa, primeramente, se ideó el sistema de tracción funicular como método de adaptación del ferrocarril a la pendiente de la montaña. Esta tecnología ampliaba considerablemente el límite tolerable de las rampas. Pero, sin embargo, en muchos casos, no llegaba a ser lo suficientemente efectiva.

La manera más eficaz para resolver el problema del transporte en estos lugares fue el teleférico. Además, mediante esta invención no era necesario modificar o contornear el terreno ya que la base de este proceso era la de mover vehículos por medio de uno o más cables, que se sostenían por uno o más soportes, de manera que se consiguiese sobrevolar dicho terreno.

Los cables retorcidos o entrelazados con pieles de animales o filamentos vegetales se han utilizado para transportar personas y materiales desde la antigüedad. En China, Japón, Brasil, Nueva Zelanda e India se consta de que han existido estos métodos. En Europa, los primeros teleféricos se construyeron en la Edad Media (su aparición fue a principios del siglo XVI) y se utilizaron para el transporte de hombres y material con el objeto principal de la construcción de fortificaciones y castillos.



Figura 1. Transbordador de la China Imperial. Fuente: Exposición Torres Quevedo

Aunque en una primera etapa los transportadores empleaban cuerdas de cáñamo (en algunos casos como cable portante-tractor único y en otros distinguiendo entre ambos uno más grueso sobre el que se sitúa la barquilla, el vehículo de transporte, y otro, independiente, del que se tira desde las orillas para desplazarla), hacia el año 1500 aparecería el cable de acero. Comienza una segunda etapa de empleo de los cables metálicos, fabricados industrialmente en la segunda mitad del siglo XIX, sobre todo.

Entre los siglos XVI y XIX se desarrollan las técnicas de trenzado de los cables, que contribuyeron enormemente al avance del transporte por cable. A partir del siglo XIX, se comenzaba a emplear esta tecnología para la actividad minera (equipamiento y transporte de materiales).

A mediados del mismo siglo, aparecen los teleféricos “modernos”, que se utilizaban para transportar personas, sobre todo, pero también materiales. Los primeros teleféricos modernos para el transporte de personas eran medios de transporte locales urbanos, los cuales, a partir de 1860, satisfacían las exigencias de movilidad en las áreas urbanas montañosas.

Entre las creaciones de esta época, destaca la vía de ensayo de Fran-Fritz von Dücker de 1861 en Bad Oyenhausen (Alemania) para el transporte de carbón y menas de metales, o el funicular de los ingenieros alemanes Bleichert y Otto de 1877, donde separaron claramente el cable tractor del de sustentación para el transporte de materiales en Uterwelden (Alemania). También existen noticias acerca de un funicular para personas construido en 1879 en Gjesbach (Suiza), desestimado por problemas de seguridad.

El primer sistema de cable urbano fue construido en 1862 en Lyon, Francia, y consistió en convoyes de tres vagones que podían transportar hasta 324 personas. El primer teleférico con ese nombre conocido para el transporte de viajeros se

construyó en 1866 por Ritter, en Schaufhausen, para la vigilancia de las turbinas instaladas en el Rhin.

Es también durante el siglo XIX cuando se empezaron a utilizar los funiculares como vehículos exclusivos de ocio. Uno de los ejemplos es el funicular construido en 1874 para Leopoldsberg, cerca de Viena. El estudio del primer teleférico destinado al turismo de montaña fue realizado en 1905 para conseguir el acceso a L'Aiguille du Midi, en los Alpes franceses.

A partir de esos años las obras de transporte por cable fueron en aumento. los conocimientos adquiridos en el campo de los sistemas aéreos para el transporte de materiales se utilizaron en la construcción de instalaciones modernas de transporte de personas. Se implantaron instalaciones de transporte por cable capaces de salvar desniveles de más de 2.500 metros, lo que años atrás era impensable.

Un ejemplo es el teleférico de Colle en Bolzano (en los dolomitas italianos) construido por *LEITNER ropeways*, el primer teleférico para transportar personas en Europa Central, otro el de Grindelwald, el primer teleférico construido en los Alpes por la empresa *VonRoll* (de Wetterhorn a Grindewald, en Suiza). Hasta el final de la primera guerra mundial se instalaron unos 2700 teleféricos militares y civiles, si bien en su mayoría fueron destinados al abastecimiento de los ejércitos. Todos estos acontecimientos tan próximos en el tiempo dificultan la tarea de determinar cuál fue el primer teleférico dedicado única y exclusivamente para el transporte por cable de personas.

Los teleféricos son, a día de hoy, medios de transporte funcionales, cómodos e innovadores. Su principal aplicación está orientada a los deportes de invierno y el turismo de montaña. La especificación, la flexibilidad y la rentabilidad, aportan a estas instalaciones gran importancia en el mundo del transporte urbano, a su vez.

El turismo de invierno requería instalaciones cada vez más eficientes y cómodas, siendo en Francia, Italia, Austria y Suiza, los países pioneros en este nuevo tipo de transporte. En 1930, fue construido en Freiburg (Alemania) la primera telecabina grande, seguido por el primer telesquí en 1933 en Davos (Suiza), a finales de ese mismo año se abrió al público el primer teleférico construido con fines deportivos para la práctica del esquí, en Megeve – Rochebrune (Francia) y el primer telesilla en 1935

en Sun Valley (E.E.U.U.) tras el éxito comercial de los terceros Juegos Olímpicos de Invierno en Lake Placid en 1932. En 1947 en Corvara fue construido, por *LEITNER ropeways*, el primer telesilla italiano. El primer telesilla desacoplable (actualmente conocido como desembragable) se realizó en Flims (Suiza) en 1945.

Todas estas instalaciones se construyeron sin un estudio de mercado previo debido a la inexistencia del turismo de montaña que conocemos en la actualidad. Lo cierto es que el éxito de estos centros turísticos fue rotundo: en 1936, y en tan sólo 7 meses de construcción, se inauguró el resort Sun Valley (donde se había construido el primer telesilla).

Este sector ha experimentado un sólido desarrollo entre 1955 y 1965 en Europa Central; entre 1965 y 1975 en América del Norte, donde se llegaron a construir 240 instalaciones en un solo año; a partir de 1975, en los países escandinavos; y desde 1985, en Japón. Llegaron a existir hasta cincuenta fabricantes en Estados Unidos y Canadá, aunque en la actualidad sólo permanecen tres grandes cooperaciones.

En la evolución de los transportes por cable, es necesario mencionar la figura del ingeniero español **Leonardo Torres Quevedo**, inventor del trasbordador. Nace en 1852 en Santa Cruz de Iguña, una aldea del municipio de Molledo, a pesar de que su familia residía habitualmente en Bilbao. Su padre, Luis Torres de Vildósola y Urquijo, Ingeniero de Caminos y natural de Bilbao, trabajaba en la línea del Ferrocarril de Isabel II que uniría Santander y Alar del Rey, y que pasaba precisamente por Molledo, cuando nació Leonardo.

En el año 1871, a sus 19 años, Leonardo ingresa en la Escuela Oficial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos (Madrid), donde su padre era docente. Tras un periodo de regreso a Bilbao para participar en la defensa de la ciudad incorporándose al batallón de los Auxiliares, retomó sus estudios para finalizar en 1876, cuarto de su promoción.

Tras renunciar a entrar en el Cuerpo de Ingenieros, emprende un viaje por Europa y conoce de primera mano los avances científicos y técnicos, sobre todo en el área incipiente de la electricidad. Regresa a España y se instala en Santander. Se dedica a inventar, y muchas de sus patentes de entonces tienen vigencia ahora. Todos sus avances se basan en la electromecánica.

Solamente un año más tarde de graduarse, en 1887 fue cuando Torres Quevedo registró su primera patente sobre "*Un sistema de camino funicular aéreo de alambres múltiples*", en el que la guía y tracción se realiza a través de un innovador sistema de cables cuya tensión no depende de la carga transportada, con lo que se consigue mayor estabilidad y seguridad. El invento fue registrado con el nombre de "*aerotransportador*" o "*aerocar*". La solicitó en 17 de septiembre de ese mismo año. Le fue concebida el 12 de octubre y fue publicada el 20 de diciembre de ese año.



Figura 2. Patente de Invención. Fuente: Exposición Torres Quevedo

Lo ideó en su propia casa de Portolín (otra aldea de Molledo), con el objetivo de salvar un desnivel de unos 40 metros: en total eran 200 metros de longitud y funcionaba gracias a la tracción animal de una pareja de vacas, y una silla a modo de barquilla: El "**transbordador de Portolín**". También creó el "**transbordador sobre el río León**", de mayor envergadura (una luz de dos kilómetros), motor mecánico y que parece que fue utilizado para el transporte de bultos.

El invento es recibido con burlas por la comunidad internacional. Tres años más tarde, en 1890, presenta su transbordador en Suiza, país muy interesado en ese transporte debido a su naturaleza montañesa y la tendencia e innovación de los últimos años, pero el proyecto de Torres Quevedo es rechazado, acompañado de comentarios irónicos y burlescos por parte de la prensa helvética.

Sin embargo, tras la puesta en marcha del primer funicular del mundo, inaugurado en San Sebastián el 30 de septiembre de 1907 y que permitía a la aristocracia donostiarra acceder sin problemas a la cima del Monte Ulía, la historia cambió.

D. Leonardo había concebido un sistema para surcar los aires mediante un “camino funicular” constituido por “alambres múltiples” de tensión constante independiente del peso de la carga transportada.

Tuvo la brillante idea de un sistema múltiple de cables de soporte, liberando los anclajes de un extremo que se sustituirían por unos contrapesos, los cuales determinaban la tensión (regulable) a la que estaban sometidos los cables. Esta nueva tecnología ofrecía robustez y seguridad, el diseño resistía incluso tras la ruptura de uno de los cables de soporte. Esta seguridad mencionada, fue el paso principal para hablar de que por primera vez en la historia se había aplicado el transporte aéreo por cable no solo al transporte de cargas, sino también al transporte de personas.

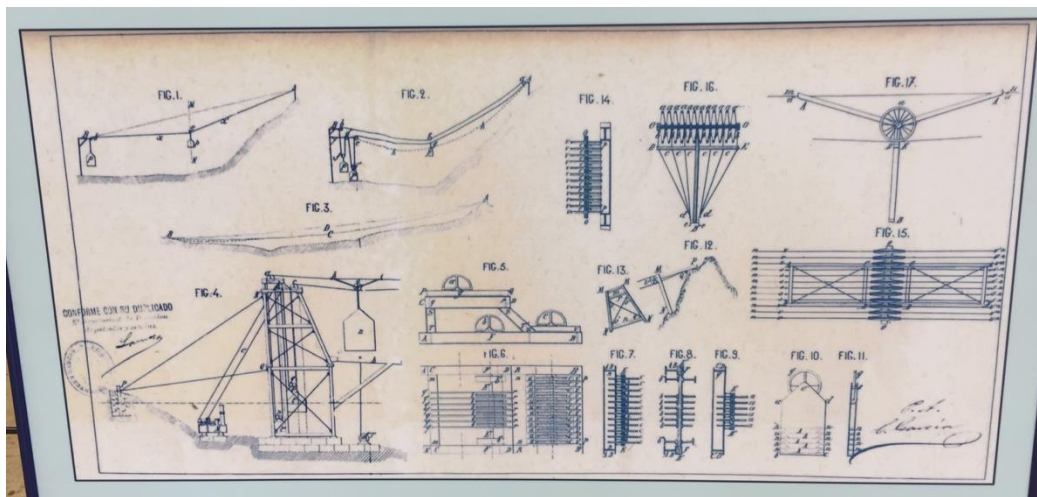


Figura 3. Bocetos del “transbordador”. Fuente: Exposición Torres Quevedo

A partir de este momento, debido a la gran fama que adquirió a nivel internacional, construyó muchos otros “aerotransportadores”, acompañado de la Sociedad de Estudios y Obras de Ingeniería de Bilbao, por ejemplo, en Chamonix, Río de Janeiro u otras partes del mundo.

Pero, sin duda, el más famoso de los transbordadores con la tecnología de Torres Quevedo, fue el construido sobre las famosas Cataratas del Niágara (línea fronteriza entre Canadá y Estados Unidos) llamado "SPANISH AEROCAR", que se construyó entre 1914 y 1916 y que se inauguró en pruebas ese año, siguiendo hoy en día en pleno funcionamiento.

Toda la obra corrió a cargo de una empresa española con capital propio (*The Niágara Spanish Aerocar Co. Limited*); una placa de bronce, situada sobre un monolito a la

entrada de la estación de acceso recuerda este hecho: “*Transbordador aéreo español del Niágara. Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)*”. El transbordador tiene 580 metros de longitud y une dos puntos de la orilla canadiense del río Niágara, sobre un remanso conocido como El Remolino (“*The Whirlpool*”).



Figura 4. Imagen real del transbordador. Fuente: flickr.com



Figura 5. Maqueta del transbordador. Fuente: Exposición Torres Quevedo

2.3 EL TRANSPORTE POR CABLE: TIPOS DE INSTALACIONES

Es muy habitual que los escritos legales que abordan en profundidad la materia del transporte por cable encaminen su explicación definiendo los tipos de instalaciones. En el artículo 1.3. de La *Directiva 2000/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo* emitida el 20 de marzo del año 2000, relativa a las instalaciones de transporte de personas por cable, se señala que estas instalaciones son:

a) Los funiculares y otras instalaciones cuyos vehículos se desplazan sobre ruedas u otros dispositivos de sustentación y mediante tracción de uno o más cables.

b) Los teleféricos, cuyos vehículos son desplazados y/o movidos en suspensión por uno o más cables; esta categoría incluye igualmente las telecabinas y los telesillas.

c) Los telesquíes, que, mediante un cable, tiran de los usuarios pertrechados de equipos adecuados.

*A su vez, en una primera aproximación, es ideal distinguir una cuarta tipología denominada: otras instalaciones.

Finalmente, la clasificación podría asemejarse a la siguiente.

a) FUNICULARES: sistemas terrestres.

** Ascensores inclinados*

b) TELESQUÍES

c) TELEFÉRICOS: conglomerado de sistemas aéreos.

a. TELEFÉRICOS BICABLES DE VAIVÉN

b. TELECABINAS

c. TELESILLAS

d. SOLUCIONES INTEGRADAS

** Teleférico de grupo o telecabina pulsado*

** Teleféricos monocables de doble anillo*

** Teleférico tricable de movimiento continuo (3-S)*

d) OTRAS INSTALACIONES

○ **NARRIAS**

○ **TELETRINEOS**

Es importante destacar que, en el lenguaje castellano, existen ciertos problemas sobre la terminología con el transporte por cable, en lo referido al funicular y al teleférico (afortunadamente no ocurre lo mismo con la telecabina, el telesquí y el

telesilla). A pesar de ello, en las siguientes páginas, trataremos de definir cada tipo de instalación de la forma más precisa posible.

2.3.1 Funiculares

Se entiende por funicular toda instalación de transporte (sistema terrestre) en la que uno o más cables realizan el esfuerzo motor y tiran de los vehículos, que se desplazan movidos por unas ruedas sobre una vía colocada en el suelo o soportada por obras fijas.



Figura 6. Funicular en la ciudad noruega de Bergen. Fuente: tripadvisor.es

Hay que destacar que los funiculares representan la tipología de transporte por cable con mayor capacidad (número de personas transportadas por hora). Puede alcanzar valores de hasta 8.000 personas/hora, como es el caso del Funicular de Montjuic, en Barcelona que comunica la estación del metro de Barcelona de Paral·lel y el Parc de Montjuïc, salvando un desnivel de 76 metros.

Los ascensores inclinados

Se trata de otro sistema de transporte terrestre que constituye una evolución del plano inclinado hacia el concepto de ascensor y permite a un grupo reducido de viajeros ascender por una pendiente.

El ascensor inclinado utiliza la tecnología de base del ascensor vertical, siendo un híbrido entre este y el funicular clásico. Su capacidad puede alcanzar los 600 viajeros/hora, gracias a cabinas que permiten el acceso hasta un máximo que ronda las 40 personas. La velocidad media suele rondar los 4 m/s, y actualmente, gracias a la automatización integral del sistema, la instalación no requiere la intervención de personal de maniobra.

Su aplicación habitual se centra en las ciudades y el acceso a lugares singulares característicos por el ascenso de una gran pendiente (caso parecido al de los funiculares). Un ejemplo es el caso de la ciudad de Santander, muy conocida por sus numerosas colinas y rampas “pindias”, adjetivo que suelen atribuir los santanderinos a aquellas cuya pendiente es considerable. En el año 2008, fue inaugurado el “Funicular del Río La Pila”. A pesar de ser un ascensor inclinado se le concedió el nombre de su tipología más general y conocida por la población.



Figura 7. Ascensor inclinado o Funicular de Santander. Fuente: mirincondelabahia.wordpress.com

Consta de cuatro paradas y se construyó para solucionar los problemas de movilidad urbana de la ciudad, permitiendo la conexión entre el paseo de General Dávila y el casco histórico de la ciudad (a través de la calle Río la Pila). Su presupuesto rondó los 4 millones de euros (incluyendo el plan de renovación urbana del Río la Pila), y está formada por una cabina para 20 personas. Se trata de la primera instalación de estas características en Santander.

2.3.2 Telesquíes

Un telesquí es un sistema de transporte monocable de vía terrestre que permite a los esquiadores subir a la parte alta de las pistas mediante un sistema de arrastre por el cual los esquiadores permanecen sobre sus esquíes a lo largo de una vía unidireccional, apoyados o agarrados de una percha.



Figura 8. Telesquí “Los Asnos” de Alto Campoo. Fuente: Elaboración propia.

Las instalaciones mayoritariamente son “de unión temporal” o “desembragables”. Esto quiere decir que disponen de un embrague que permite el desacople de la percha. De este modo, las perchas permanecen por defecto en la base del telesquí, y sólo cuando aparece un esquiador, se acoplan al cable, que abandonan al realizar un ciclo completo (remonte del esquiador y descenso). Aún así, también existen instalaciones “de sistema permanente” o “de pinza fija”, en los cuales las perchas están siempre fijas en el cable, y siempre se mueven a la velocidad de éste. Los esquiadores, en este caso, deberán atrapar y abandonar la percha en movimiento, lo cual puede ser incómodo e incluso peligroso.

La capacidad de estas instalaciones ronda los 720 viajeros/hora, siendo las perchas individuales, o los 1.200 viajeros/hora, siendo las perchas para dos personas. El cable alcanza velocidades de hasta 4 m/s.



Figura 9. Vista lateral estación inferior telesquí desembragable (“Los Asnos”). Fuente: altocampoo.com



Figura 10. Estación superior telesquí desembagable ("Los Asnos"). Fuente: altocampoo.com

Dentro de las alternativas propuestas en el proyecto, se contempla la posibilidad de construir un telesquí que ascienda hasta lo más alto del pico Cuchillón.

2.3.3 Teleféricos

Se entiende por teleférico toda instalación de transporte en la que los vehículos se encuentran suspendidos de uno o más cables. Es un término que se aplica genéricamente a todos estos sistemas aéreos, si bien se utiliza específicamente para referirse al teleférico de vaivén (el más habitual), a pesar de que también existen los telesillas y las telecabinas. Se emplea principalmente para salvar grandes diferencias de altitud. A continuación, se describen los tipos de teleféricos:

- Teleférico de vaivén.
- Telecabina.
- Telesilla.
- Soluciones integradas.

Teleférico de vaivén

Sistemas bicables y también conocidos como teleféricos pesados o simplemente teleféricos. Consisten habitualmente en dos cabinas o vehículos que ruedan, en servicio alternado entre las dos estaciones, sobre el cable portador mediante un carretón en un movimiento de vaivén. Son instalaciones que destacan especialmente por la alta disponibilidad, la permisibilidad de vanos más largos (superiores a 1 Km), la estabilidad al viento, la fiabilidad, la larga duración y los bajos costes de ejercicio. Están muy bien adaptados a las condiciones extremas, ya que las pilonas o torres de sujeción, se pueden colocar a gran distancia unas de otras. Los vehículos se mueven

gracias a un cable tractor, sobre uno o dos cables portadores. En casos especiales se pueden realizar teleféricos de vaivén aprovechando la tecnología monocable.

Pueden alcanzar velocidades de hasta 12 m/s y la capacidad del sistema, depende de la longitud de la instalación, oscilando entre 100 y 1000 viajeros/hora. Los vehículos pueden transportar hasta 100 personas si se trata de un solo cable portador, y hasta 200 personas si son dos los cables portadores.

Una de las instalaciones de la empresa CANTUR S.A., el Teleférico de Fuente Dé, es un teleférico de vaivén. Una de sus características es que consta de un solo tramo (sin pilonas intermedias), lo que le hace ser considerado el teleférico más largo de Europa. El teleférico salva un desnivel de 800 metros aproximadamente, estando la estación base inferior a 1070 metros de altitud y la base superior a unos 1850 metros. Los vehículos pueden transportar hasta 20 personas. El cable tiene una longitud de 1450 metros y se desplaza a razón de 10 m/s.

Alcanza en menos de 4 minutos la cota de 1847 msnm, lo que permite un rápido acceso al macizo Central de los Picos de Europa desde el municipio de Camaleño, en la comarca de Liébana (Cantabria). El teleférico está compuesto de 1 tramo, con 2 secciones independientes, con un transportador en cada una de ellas, de funcionamiento independiente y con regulación de velocidad.



Figura 11. Teleférico de Fuente Dé. Fuente: Wikipedia.org

Telecabina

Teleférico de movimiento unidireccional, generalmente monocable, dotado de vehículos cerrados. Su capacidad puede llegar a alcanzar los 4.500 viajeros/hora, con cabinas de gran variedad de tamaño (entre 4 y 16 personas suelen transportar). La velocidad del cable es capaz de superar los 5 m/s. Su condición monocable implica

que exista sólo uno o un grupo de cables transportadores responsables tanto del soporte de la carga como del esfuerzo motor. Las telecabinas bicables no son habituales.

Son instalaciones aéreas de movimiento continuo cuyas cabinas se desenganchan del cable tractor en la entrada de las estaciones, con el fin de permitir el tránsito del vehículo en la planta de embarque a una velocidad muy reducida (llegando a pararse por completo), facilitando así el embarque y desembarque de los pasajeros (de tipo “desembragable”). Este tipo de sistema proporciona una capacidad horaria muy elevada. Las telecabinas monocable son instalaciones muy flexibles que se utilizan en muchos ámbitos, además de el de los deportes de invierno.

Suelen ser instalaciones que recorren grandes distancias (son posibles vanos largos, al igual que ocurre en el caso de los teleféricos de vaivén), por lo que es muy habitual su uso como medio de acceso desde los núcleos poblacionales que se encuentran a pie de pistas de las grandes estaciones de esquí, hasta las costas medias y altas. En España, las estaciones Aramón Formigal-Panticosa, Baqueira Beret, La Molina, Vall de Núria y La Pinilla cuentan con una telecabina; Sierra Nevada es la única estación que cuenta con dos telecabinas.



Figura 12. Telecabina en Baqueira Beret. Fuente: booking.com

Como anécdota, el diseño de las cabinas también satisface las necesidades de estilo más sofisticadas. Una de las telecabinas más espectaculares se encuentra en Finlandia, donde una de sus cabinas lleva una sauna incorporada.



Figura 13. Telecabina Sauna. Fuente: nevasport.com

Las telecabinas son instalaciones que se establecen también en otros espacios, aparte de en lugares de montaña y nieve, como ya hemos comentado. Un caso muy cercano es la Telecabina en el Parque de la Naturaleza de Cabárceno. Este, es una telecabina especial, ya que su función principal no es la del transporte, sino la de ofrecer una vista panorámica en altura de todos los rincones del parque. Es por eso por lo que la velocidad del cable, el cual tiene una longitud de 6 Km, oscila entre los 2 y 3 m/s siendo el tiempo del trayecto de unos 50 minutos aproximadamente. En resumidas cuentas, se trata de una telecabina única.



Figura 14. Telecabina Parque de la Naturaleza de Cabárceno. Fuente: blog.vueling.com

Telesilla

Básicamente, es un teleférico de movimiento unidireccional cuyos vehículos son sillas o asientos colgados de un cable de tracción. El cable circula a una velocidad fija y se sostiene por diversas pilonas durante el trayecto. La silla suele permitir el transporte de 2,3,4,6 o hasta 8 personas.

Existen dos variantes principales, según el tipo de unión del vehículo al cable de tracción:

- **Telesilla de pinza fija:** Se trata de una silla que está unida al cable de tracción permanentemente mediante una pinza que no varía su posición. La velocidad del cable deberá ser lo suficientemente lenta para que los esquiadores puedan subir y bajar de la silla con garantías, no superando los 2,5 m/s.



Figura 15. Telesilla de pinza fija Tres Mares, Alto Campoo. Fuente: Elaboración propia

- **Telesilla desembragable:** En este tipo de telesilla la pinza que sujeta la silla al cable se abre al llegar a la estación de embarque o desembarque, de ahí su nombre. Mediante esta situación se permite que el cable siga girando a alta velocidad, mientras que la silla reduce considerablemente la velocidad para la comodidad del esquiador a la hora de subirse y bajarse de la misma. Esta tecnología, bastante más cara, permite que la velocidad del cable sea muy elevada durante el resto del trayecto, alcanzando valores de hasta 6 m/s. El tiempo del trayecto se reduce a la mitad respecto de un telesilla de pinza fija, es mucho más fácil, cómodo y seguro su acceso y salida.



Figura 16. Telesilla desembragable Río Hija, Alto Campoo. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hace una pausa y se entrará con mayor detalle en los aspectos principales sobre el sistema de tracción de este tipo de instalaciones de transporte por cable, ya que el proyecto se fundamenta en el análisis de una de este tipo.

El requisito primordial para el funcionamiento seguro de una instalación de transporte por cable es seguramente un grupo motor fiable y potente. Dependiendo de las necesidades específicas del proyecto, el grupo motor se puede ubicar tanto en la parte superior de la estación de embarque como debajo de ésta, en configuración enterrada o aérea, en las variantes motriz fija o motriz tensora.

Por lo general, el sistema motriz de un telesilla suele estar ubicado en la parte superior de la estación de embarque y consta principalmente del siguiente equipamiento:

- **Motor principal:** Motor eléctrico que puede ser de corriente continua o asíncrono de corriente alterna. Dependiendo de la instalación tiene una potencia asignada u otra, para satisfacer las necesidades de la propia instalación. Actualmente, los fabricantes optan por utilizar el motor asíncrono de corriente alterna debido a la aparición y auge de la electrónica de potencia. Mucho mejores condiciones de funcionamiento y menos mantenimiento.

La precisa dinámica de control de la nueva generación de convertidores proporciona una cinemática óptima de los accionamientos del cable tractor y, por tanto, de un telesilla. El confort durante su funcionamiento aumenta gracias a los módulos de software inteligentes. Posteriormente, se describirá el sistema de control que utiliza la empresa *LEITNER ropeways*.

Los motores de CA son particularmente eficientes energéticamente y amigables a la red eléctrica. Los armónicos en transformadores y cables son muy bajos. El factor de potencia para estas instalaciones suele rondar la unidad, por lo que, de hecho, solo se elimina la potencia reactiva de la red eléctrica (el 100% de la energía es útil); las instalaciones existentes de media tensión se pueden usar de manera más eficiente.

Las propiedades de los motores de CA son ideales para los cambios constantes de la carga y las circunstancias climáticas de los telesillas. Tienen un mantenimiento particularmente bajo y, en este sentido, teniendo en cuenta todos los costes a lo largo de todo el ciclo de vida, también es económicamente superior a una solución de motor de corriente continua.

- **Motor auxiliar:** Este motor es absolutamente obligatorio en una instalación de este tipo y se trata de un motor de gasoil, muy grande. Dependiendo también del remonte es de una potencia nominal o de otra. El motor se activa cuando se produce un fallo en el sistema eléctrico y no se puede evacuar la línea, es decir, por razones de seguridad. Garantiza unas mínimas condiciones de funcionamiento, siendo este funcionamiento de evacuación de las personas que en ese momento están en el remonte tras la emergencia y no abierto al público como sería si las condiciones fuesen las habituales.

Es imprescindible que el motor esté siempre en condiciones de funcionamiento, que el depósito esté lleno, etc. Suele estar acompañado de un aerotermo o calefactor para conseguir que la temperatura del motor baje lo menos posible en condiciones de heladas, sobre todo. Para su conexión con la instalación se precisa de un sistema de acoplamiento por medio de unas palancas que a su vez ponen en marcha un reductor secundario (en ocasiones, cuando este motor actúa por el extremo opuesto de la instalación).

- **Motor de emergencia o de socorro:** Se trata de un equipo que es completamente opcional y que algunas estaciones de esquí incorporan a sus instalaciones. Precisa de una revisión diaria al mismo tiempo que el telesilla se encuentra en funcionamiento. Al igual que el motor auxiliar, su labor es estrictamente de evacuación. Se trata normalmente de un motor de inducción asíncrono de dimensiones mucho menores.

*En el caso de que estos sistemas habilitados para la evacuación no entrasen en funcionamiento debido a que las condiciones no lo permiten, se activaría el procedimiento de rescate humano “puro y duro” basado en arneses, cuerdas y demás material especializado.

- **Reductor:** Se trata de un sistema de piñones que regula la potencia para la cual el remonte está preparado. Este equipo se sitúa en el eje central de la estación motriz junto con la polea que es la que propiamente mueve el cable del telesilla.

- **Sistema de frenado.**

- Freno de servicio: Frenos de manejo o de parada normal, que actúan a través de unas zapatas sobre unos discos acoplados directamente al eje de transmisión que conecta el motor eléctrico y el reductor. Estos frenos se utilizan habitualmente cuando es necesario parar la instalación debido a un aviso “amarillo”. Este sistema permite que la instalación se detenga, pero además que las sillas no comiencen a viajar hacia atrás debido al peso de los esquiadores. Suele ser un sistema de tipo electromagnético.
- Freno principal o de emergencia: Estos muelles actúan sobre el propio volante (polea central) mediante unas zapatas que incorporan unos muelles. Se utilizan en explotación en pocas ocasiones, casos de emergencia extrema. Suele ser un sistema de tipo hidráulico.

Adicionalmente, existe el sistema de accionamiento directo (*DirectDrive*) de la empresa LEITNER ropeways, una exclusiva a nivel mundial, que está concebido sin reductor de velocidad garantizando una operación silenciosa y un mantenimiento mínimo. El motor principal de este accionamiento es un motor síncrono de corriente alterna, de bajas revoluciones, cuyo eje de salida está conectado directamente con la polea. El accionamiento consta de solo 3 piezas móviles (rotor y dos rodamientos), que giran a la misma velocidad que la polea.

Una estación con *DirectDrive* ofrece el funcionamiento más silencioso, unos requisitos mínimos de mantenimiento y unos costes de operación extremadamente bajos (sin inspección ni cambio de aceite del reductor, por ejemplo).

Continuando con la explicación, se logrará la mayor disponibilidad del sistema motriz de la instalación, si se integra un moderno sistema de control:

Este sector es uno de los que más ha evolucionado en los últimos años. A consecuencia de ello, los fabricantes ofrecen soluciones que se caracterizan por: ideas innovadoras, beneficios sostenibles para los clientes y la aplicación de tecnologías líderes.

El software que se utiliza administra de manera fiable las funciones de control y monitorización de la instalación. Como periferia de hardware, se utilizan los más modernos dispositivos de automatización equipados con sistemas de respaldo. Al combinar el conocimiento técnico de los fabricantes con los mejores productos de la electrónica industrial, se logra un excelente rendimiento en el campo de la automatización de las instalaciones de transporte por cable.

Incluso en las condiciones climáticas más complicadas o atendiendo a las mayores exigencias, predomina la seguridad funcional y fiabilidad de la instalación. Los sistemas de control LEITNER proporcionan un funcionamiento automático perfecto y, gracias a su alto rendimiento, soportan la alta disponibilidad continua de la instalación.

Se realizan todas las funciones de control y monitorización por unidades de PLC (autómatas programables) que incorporan sistemas de respaldo. Los sistemas de automatización de última generación *Simatic S7* de la empresa *Siemens* forman la base de hardware de los sistemas de control de la empresa.

El futuro de la tecnología de los sistemas de control específicos para las instalaciones de transporte por cable se basa en los controladores de Entrada / Salida (I/O controllers). Son dispositivos que conectan dispositivos de entrada y salida (E/S) al sistema de bus de una unidad central de procesamiento (una CPU). Generalmente se comunican con la CPU y con la memoria del sistema a través del bus del sistema y pueden controlar muchos dispositivos. Estas CPU incorporan el conocido software SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

De esta forma se consigue un sistema de automatización de alto rendimiento, que proporciona datos en tiempo real e información sobre la instalación completa, estaciones, pilonas, cables, etc. El sistema de control LEITNER se caracteriza por una estructura de comunicación Ethernet continua. Una red de fibra óptica conecta las estaciones. Los dispositivos de campo de todos los subsistemas (por ejemplo, frenos, sistema de tensión) están conectados a la CPU central en la estación de la unidad.

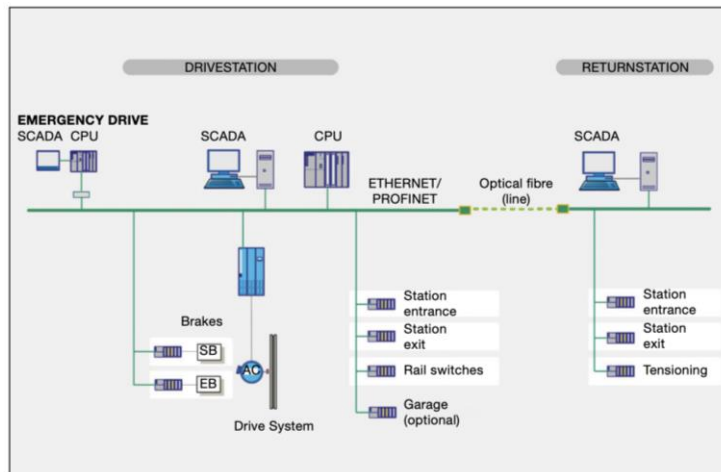


Figura 17. Diagrama de uno de los sistemas de control de la empresa LEITNER ropeways. Fuente: www.leitner-ropeways.com/es/

A través de un panel que dispone el operador, se presentan todas las teclas y funciones de control necesarias para la operación diaria. Ante cualquier situación, estos sistemas incorporan una amplia capacidad de diagnóstico, incluso cuando la instalación funciona con el motor auxiliar o en otras situaciones de emergencia excepcionales donde el sistema eléctrico deja de funcionar.

Seguidamente, se analizan dos casos prácticos de telesillas en la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo. En primer lugar, se hace hincapié en un telesilla de pinza fija que se encuentra en funcionamiento en la actualidad en la Estación. Se trata del **Telesilla Tres Mares**. Desde las proximidades de la cafetería de “El Chivo” hasta prácticamente la cima del pico Tres Mares, destaca esta construcción. El cable recorre un total de 980 metros, apoyándose en 14 pilonas, y a una velocidad aproximada de 2,3 m/s. La silla está conformada por cuatro asientos.

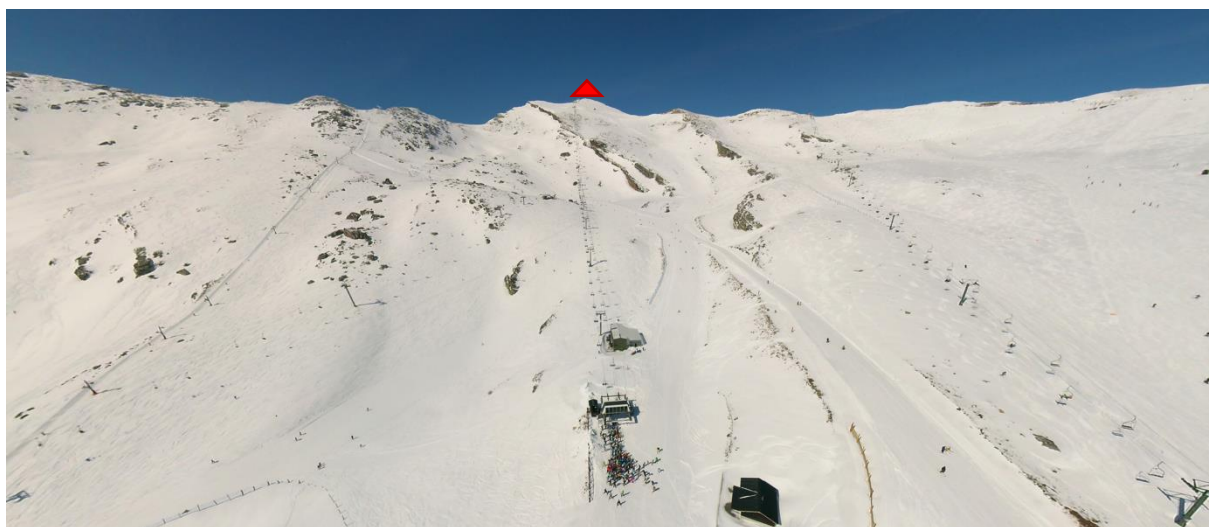


Figura 18. Imagen aérea de la instalación. Fuente: altocampoo.com

Su sistema de tracción se encuentra en la estación motriz o de embarque, donde se encuentra el cuadro de mandos principal:



Figura 19. Vista exterior de la estación motriz, Figura 20. Cuadro de mandos de la estación motriz. Fuente: Elaboración propia

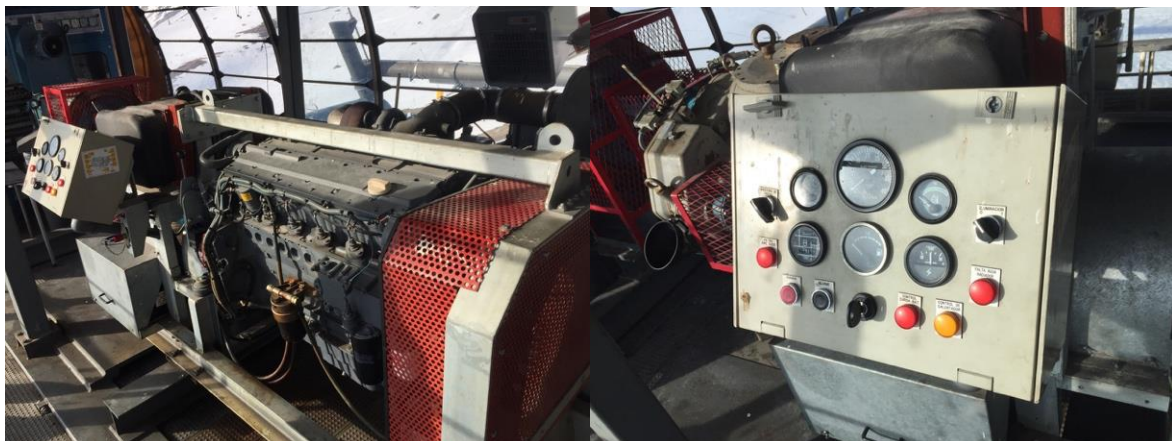


Figura 21. Motor auxiliar de gasoil, Figura 22. Cuadro de mandos del motor auxiliar. Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Motor eléctrico de corriente continua (Motor principal), Figura 24. Placa de características del motor principal. Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Freno eléctrico conectado al eje de transmisión del motor principal, Figura 26. Regulador. Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Imagen global de la sala 2. Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Autómata programable de toda la instalación junto con cuadro de mandos de la sala, Figura 29. Equipo hidráulico principal formado por el acumulador Hydac y el sistema hidráulico de Goimendi Rexroth. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la estación de desembarque es más sencilla. Incluye una pequeña caseta donde un operario controla la velocidad del viento, y un mando para poder parar la instalación en caso de emergencia o para regular la velocidad.



Figura 30. Estación de desembarque Tres Mares. Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Cuadro de mandos de la caseta de desembarque, Figura 32. Dispositivo de Seguridad (Detenimiento inmediato de la instalación). Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se analiza un telesilla desembagable. En este caso, la Estación solamente dispone de una instalación de estas características, el **T.S.D. Río Híjar**, que permite llevar a los esquiadores desde la cota baja de la estación hasta una cota media a partir de la cual se puede acceder a prácticamente todas las pistas de cierto nivel.

La longitud del cable alcanza los 1.668 metros y tiene una velocidad media de 3,5 m/s. Es una instalación ligeramente más moderna y con unas estaciones más voluminosas (con más equipos incorporados). El vehículo es una silla de cuatro asientos.



Figura 33. Estación motriz, Figura 34. Estación de desembarque. Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Autómata programable de toda la instalación, Figura 36. Cuadro de información general y control de cadencia del sistema de embrague. Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Sistema de desembrague de la silla, Figura 38. Motor auxiliar junto con cuadro de mandos (Diesel Power). Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Reductor (Sistema de trenes de engranajes), Figura 40. Motor eléctrico de corriente alterna (asíncrono trifásico), freno eléctrico y aerotermo. Fuente: Elaboración propia

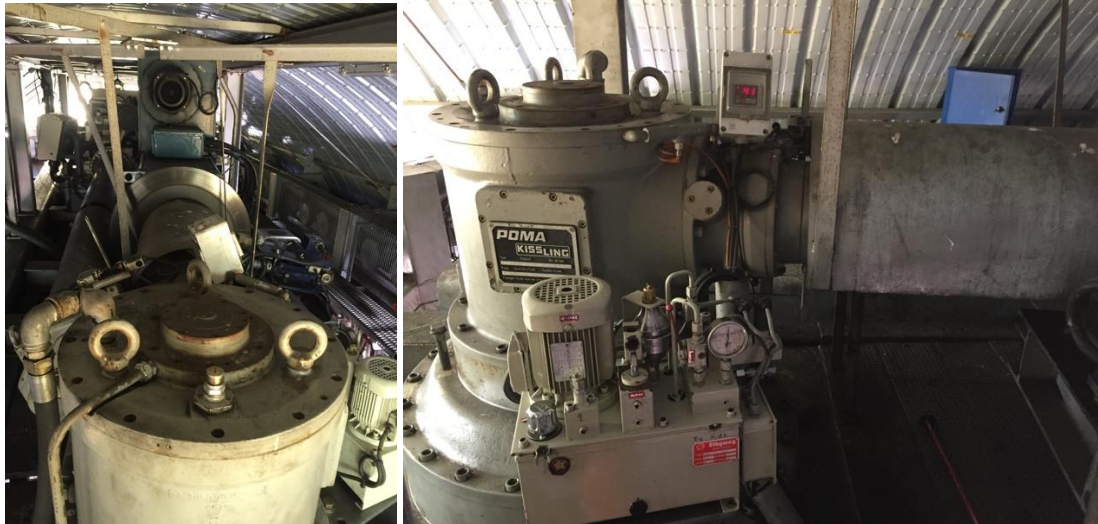


Figura 41. Vista general de la sala (Se observan los dos ejes de transmisión), Figura 42. Vista general del equipo hidráulico de la marca Ethywag. Fuente: Elaboración propia

Soluciones integradas

A partir de los modos de transporte por cable descritos recientemente, y realizando una combinación de sus distintas cualidades, se han desarrollado nuevos sistemas.

En primer lugar, buscando la sencillez de una pinza fija se ha desarrollado **el teleférico de grupo o pulsado**. En segundo lugar, con el fin de aumentar la longitud de los vanos, en los sistemas de movimiento continuo unidireccional se ha avanzado en dos direcciones: por un lado, **los teleféricos monocables con doble anillo transportador** (DMC, DLM y Funitel) y, por otro lado, **los teleféricos bicables con doble cable portador (3-S)**.

- **Teleférico de grupo o pulsado:** Se trata de un sistema monocable de pinza fija, con lo que se tiene una gran simplicidad y un coste muy reducido de las estaciones. Existen también teleféricos pulsados con tecnología bicable.

Las cabinas se agrupan en dos grupos de 2 a 6 cabinas de 4 a 8 pasajeros habitualmente, que discurren unidas a un cable transportador, cruzándose en el centro del vano. El sistema tiene un movimiento circulante y se detiene en las estaciones para que los viajeros suban o se apeen.



Figura 43. Teleférico de grupo cercano a la ciudad china de Shangri-La. Fuente: 123rf.com

- **Teleféricos monocables de doble anillo (Funitel):** Sistema que es una variante de las telecabinas, en el que se disponen dos cables transportadores paralelos, formando una vía. A pesar de ello se mantienen las ventajas de una telecabina en cuanto a economía de estaciones y altas capacidades.

El Funitel se suele utilizar cuando se requieren vanos mayores o una resistencia importante al viento, debido a la gran anchura de la vía, sin renunciar a un sistema monocable (aún existiendo dos cables, sólo existe un tipo de cable que realiza las funciones de tractor y portador).



Figura 44. Funitel de la empresa Doppelmayr instalado en Eslovaquia. Fuente: doppelmayr.com

- **Teleférico tricable de movimiento continuo (3-S):** Se trata de una variante de los teleféricos a pesar de su denominación (por parte de sus creadores, la casa *Von Roll*). En este sistema existen dos cables portantes y un cable tractor. Sus fabricantes presumen de que combina las ventajas de un teleférico (entendiendo como tal al teleférico bicable de vaivén) y de una telecabina.

Como los teleféricos, es capaz de superar grandes vanos y de alcanzar grandes velocidades. Como en las telecabinas, se facilita el embarque y desembarque y permite elevadas capacidades horarias. Asimismo, al tener

dos cables portantes, se trata de un sistema resistente a los vientos elevados. Por otro lado, al ser un sistema que permite vanos de gran longitud, se reduce el número de apoyos necesarios y por lo tanto el impacto sobre el paisaje.



Figura 45. Tricable de la empresa Doppelmayr instalado en Austria. Fuente: doppelmayr.com

- **Telemix:** Es la combinación inteligente de dos diferentes tipos de vehículo en una única instalación (las sillas y las cabinas). Una variante eficaz que satisface las necesidades del cliente final. Mientras que los esquiadores más expertos pueden llegar a las pistas muy rápidamente utilizando las sillas, los peatones, los amantes del trineo y los niños pueden viajar cómodamente en las cabinas.

Analizándolo desde otro punto de vista, durante los días soleados se pueden emplear las sillas y durante los días de ventisca característicos del invierno, las cabinas serían el vehículo ideal.

Son instalaciones que pueden alcanzar una capacidad cercana a las 4000 personas/hora, con una velocidad de cable de hasta 6 m/s. Sillas de 4, 6 u 8 personas y cabinas de 10 personas.



Figura 46. Telemix en la Estación sueca de Åre. Fuente: leitner-ropeways.com

2.3.3 Otras instalaciones: narrias y teletrineos

Son funiculares terrestres parecidos a los funiculares sobre carriles descritos anteriormente, con la diferencia de que en las **narrias** los vehículos corren sobre una pista de terreno natural o pavimentado y, por otro lado, en los **teletrineos**, los vehículos son trineos que resbalan sobre pistas de nieve. Tales instalaciones pueden ser de dos trineos, uno para cada vía de circulación, o bien para un solo trineo.

Es interesante resaltar que los trineos están dotados de un dispositivo que determina la detención de la instalación automáticamente en caso de comienzo de retroceso durante la marcha en subida, o bien a voluntad del agente que actúa de vigilancia durante la marcha en la bajada. Dicho dispositivo provoca la intervención de “frenos actuantes” sobre un cable durmiente sin movimiento (llamado cable freno) o bien la caída de un rastrillo que se clava en la nieve.

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO APLICADA

3.1 METODOLOGÍA TÉCNICA

Este apartado hace referencia al diseño global de toda la obra civil que supone una instalación de transporte por cable como es un telesilla. Se trata de una tarea que requiere de mucho esfuerzo, como cualquier otra obra de gran magnitud.

El primer paso sería la elección de la mejor opción para el emplazamiento del remonte. Una vez se supera esta etapa, el siguiente paso es obtener los datos de partida para poder iniciar el diseño del telesilla (cota inferior y superior, longitud de la línea, longitud horizontal, pendiente media y máxima, velocidad de servicio, capacidad requerida...etc.). Se seleccionarían los equipos y materiales que mejor satisfagan dichas características, y finalmente se realizan todos los cálculos correspondientes.

Atendiendo a la orientación de este trabajo, el análisis económico, este apartado será explicado con cierta brevedad. Sin embargo, es relevante destacar la importancia del mismo. Es capital realizar un buen estudio de estas características para que el proyecto tenga un buen bagaje técnico y unas garantías. Muchas de las ideas, los conceptos y las bases de este caso de estudio derivan del Trabajo de Fin de Máster realizado por el Ingeniero Industrial Jorge Torcida Bedia, especificado en la Bibliografía.

3.1.1 Selección del emplazamiento

En primer lugar, se escoge una montaña o pendiente en la cual se va a proyectar el telesilla. Se estudiarán varios aspectos entre los que destacan los siguientes:

- Área de pistas esquiables que se proyecta, a partir de la ubicación de la instalación. Cuanto más grande sea el área que abarque el telesilla, mejor.
- Conexión con el resto de las pistas y accesos.
- Análisis de las diferentes pendientes del terreno, para el posible emplazamiento de las estaciones motriz y de retorno, además de las pylonas.
- Tramos de línea recta que supongan el menor impacto ambiental.
- Orientación de la montaña, sobre todo por cuestiones meteorológicas (incidencia del viento o de los rayos de sol).

- Análisis del resto de aspecto ambientales.
- Análisis de todos los aspectos relativos con la seguridad, tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento y utilización por parte de los clientes.

3.1.2 Selección del tipo de instalación y características

De este aspecto destacan dos equipos principales:

Tipo de motor (sistema de accionamiento)

En las últimas décadas, los motores de corriente continua han destacado por su gran flexibilidad para el control de la velocidad y del par, distinguiéndose los de excitación tipo serie, tipo derivación o “shunt”, tipo compuesta y los de excitación independiente, cada uno de ellos con sus características y aplicaciones específicas.

Hoy en día, la evolución y el desarrollo tan espectacular de la electrónica de potencia ha permitido que los motores asíncronos de corriente alterna puedan tener muy buenas características de regulación de la velocidad. Esto, sumado a las múltiples ventajas de estos últimos, entre las que destacan su precisión y adaptabilidad, han hecho que los motores de CC queden prácticamente obsoletos. A pesar de ello, algunos fabricantes de remotes siguen ofreciéndolos. La mayoría de los remotes de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo constan de un motor de corriente continua.

Principalmente, las ventajas comentadas derivan en el funcionamiento del propio motor. Se ha demostrado que la accesibilidad y el control de la electrónica de potencia hace frente a los mecanismos de control basados en reóstatos (resistencias que suponen mayores pérdidas eléctricas). Además, las continuas chispas y la fricción que derivan del colector de delgas hacen que las condiciones de funcionamiento de los motores de corriente continua sean completamente insostenibles, sobre todo en términos de mantenimiento, si se realiza una comparación relativa con los asíncronos.

En cuanto al rendimiento de ambos se podría decir que estudiando el tipo de motor que será necesario para una instalación de las características de un telesilla, un motor de gran tamaño y potencia, los márgenes serán mínimos ya que generalmente el rendimiento de un motor aumenta conforme más grande es. Además, el rendimiento facilitado por el fabricante hace referencia a un régimen de funcionamiento nominal.

A pesar de ello, un motor de corriente alterna es más eficiente desde este punto de vista.

Por último, la cuestión económica suele ser también determinante a la hora de adquirir un motor de estas propiedades. Los costes de fabricación de un motor asíncrono de corriente alterna son bastante inferiores a los de uno de corriente continua.

Tipo de motor	Características sobre velocidad	Rendimiento (para 250 kW de Potencia)	Mantenimiento	Par de arranque	Coste de fabricación	Otras propiedades
CC (tipo “shunt” o derivación)	Motor de velocidad constante ante cualquier variación de carga. La regulación de la velocidad se consigue introduciendo una resistencia adicional.	Bueno (en torno al 95%).	Tipo de motor robusto que requiere gran mantenimiento.	Muy elevado.	Elevado.	Grandes pérdidas en la generación, transporte y distribución.
CA (motor asíncrono)	Fácil regulación de velocidad gracias a la electrónica de potencia.	Excelente (superior al 95%).	Requiere muy poco mantenimiento.	Escaso.	Reducido.	Numerosas ventajas en la generación, transporte y distribución.

Tabla 1. Comparativa motores CC y CA. Fuente: Elaboración propia

Tipo de telesilla

De pinza fija o desembagable. Precio VS Tecnología Superior.

El telesilla desembagable incorpora más tecnología y aparatos, lo que aportan más eficiencia y seguridad a la instalación, sobre todo. El trayecto de subida es notablemente más corto, de modo que la capacidad de la instalación (número de esquiadores transportados cada hora) es superior.

Una de las principales características es la seguridad y confort que siente el esquiador cuando se sube a este tipo de sillas, ya que esta se para, casi por completo, de modo que uno se pueda subir con facilidad.

El principal condicionante del telesilla desembagable no es otro que el alto precio de la instalación.

Por otro lado, se encuentra el telesilla de pinza fija. No es una mala apuesta, debido a la mayor sencillez de la instalación (en términos de tamaño y de necesidad de menor equipamiento), y, sobre todo, a su menor precio.

Como ya se ha descrito, la velocidad del cable es menor para poder facilitar así la subida y bajada de los esquiadores. De este modo, la capacidad puede verse reducida. A pesar de ello, los días de mucha afluencia, este telesilla sufre numerosas paradas, principalmente debido a las caídas por esquiadores inexpertos que acceden a la instalación y se ven sorprendidos por la velocidad de la silla cuando quieren subir o bajar.

*Ante este problema, una posible solución es colocar una cinta transportadora en la zona de embarque, de modo que funcione a una velocidad similar a la del cable y que el contacto con la silla sea más suave y cómodo. Aún así, en la zona de desembarque esta cinta no tiene mucho sentido y el problema de las caídas de esquiadores seguiría existiendo.

Si tenemos en cuenta el condicionante meteorológico del viento, podríamos pensar que es más recomendable colocar un telesilla de pinza fija si se estudia la construcción en una zona donde suele arreciar el viento, debido a la menor velocidad del cable. Sin embargo, la posibilidad de regular la velocidad permite que un

desembragable reduzca su velocidad y poder funcionar con condiciones de viento fuerte.

Un aspecto negativo de los telesillas desembragables es el hecho de que, al tener una mayor capacidad, se genera una mayor masificación de esquiadores en pistas. Esto da lugar a dos problemas principales:

- En primer lugar, un peor disfrute de las pistas de esquí debido a la acumulación de más gente. Además, en zonas donde no hay opciones de trazado o en pistas estrechas, a menudo resulta más interesantes telesillas con menor capacidad de transporte (de pinza fija) para evitar pistas aún más peligrosas debido a la aglomeración de esquiadores.
- En segundo lugar, un mayor deterioro de las pistas, refiriéndose a la calidad de la nieve.

Otro aspecto para tener en cuenta del telesilla de pinza fija es que el problema de la capacidad se puede solucionar con una menor distancia entre sillas. La velocidad es menor, pero al estar las sillas más juntas, entran más a lo largo de la longitud del cable.

En la práctica, podemos concluir diciendo que los dos tipos de instalaciones tienen grandes diferencias, destacando claramente el telesilla desembragable como una mejor solución como norma general. Aunque los telesillas de pinza fija son remotes aceptables cuando son cortos o bien cuando salvan bastante desnivel, es decir, con un porcentaje de subida grande respecto al recorrido, por cuestiones como que la dificultad del trazado predice que los usuarios serán esquiadores expertos y las colas serán ligeramente menores, entre otras.

En remotes largos y/o que salvan poco desnivel, habitualmente aquellos remotes que transportan a los esquiadores desde pie de pistas a la zona media de las Estaciones, se suele aplicar la tecnología desembragable.

Tal como se describe, es el caso del T.S. Tres Mares (de pinza fija) y el T.S.D. Río Híjar (desembragable) en Alto Campoo.

3.1.3 Cálculo y diseño del sistema conjunto

Este apartado entraría dentro de los conocimientos específicos de un Ingeniero Civil. Debido a ello, se realizará una pequeña descripción de esta etapa, pero no se entrará en detalle para este caso concreto debido a que puede ser objeto de otro proyecto de gran envergadura, aparte.

- Datos de partida.
- Predimensionamiento y cálculos iniciales (Efecto de las cargas debidas a los vehículos, efecto de las cargas debidas al viento, efecto de las cargas debidas al hielo, efecto de las cargas debidas al propio cable, resumen de cargas para considerar sobre el cable, estudio de los tipos de acero empleados).
- Cálculo de la línea (Trazado, perfil, gálibo, distancias máxima y mínima al suelo, distribución de las pilonas, cálculo de flechas, cálculo de tensiones).
- Dimensionado y elección del cable tractor.
- Cálculo y diseño de las pilonas de la línea (selección del tipo de pylona, del tipo de apoyo, de la inclinación óptima, dimensionado, cálculo de esfuerzos, cargas, fuerzas y momentos).
- Cálculo de la ménsula de elevación.
- Cálculo de la ménsula para los balancines.
- Dimensionado de los balancines y de las poleas de soporte de la línea.
- Cálculo de los macizos de hormigón (Verificación de los macizos, cálculo del momento de vuelco en zapatas).
- Cálculo de potencia, adherencia (Variación de tensión durante el arranque, dimensionado del motor eléctrico, dimensionado del motor auxiliar).
- Sistemas de frenado (Electrofreno sobre árbol, freno de emergencia).
- Cálculo del contrapeso (Cálculo de la carrera del contrapeso, cálculo de los cilindros de tensión hidráulicos).
- Cálculo de la estación motriz (Datos iniciales, cálculo de la estación motriz, cálculo de los bloques de hormigón necesarios para soportar las fuerzas, actuantes en el pórtico).
- Cálculo de la estación de retorno (Datos iniciales, cálculo del macizo de la estación de retorno, reacción del suelo y estabilidad del macizo, cálculo de los bulones de anclaje, cálculo del eje y los rodamientos de la polea de reenvío).

- Cálculo de la silla cuatriplaza (Características del material, tensiones a soportar).
- Cálculo de la mordaza de la silla cuatriplaza (Acero empleado y fatigas admisibles, determinación de la pendiente máxima del cable, resistencia mecánica de la mordaza).

Para la ejecución de la obra, se distinguen dos etapas principales e independientes: la ejecución de la obra civil (en azul) y los montajes (en rojo). En el siguiente diagrama de Gantt se resumen las principales actividades de una obra que tiene una duración estimada de cuatro meses, aprovechando la temporada estival (las fechas son orientativas):

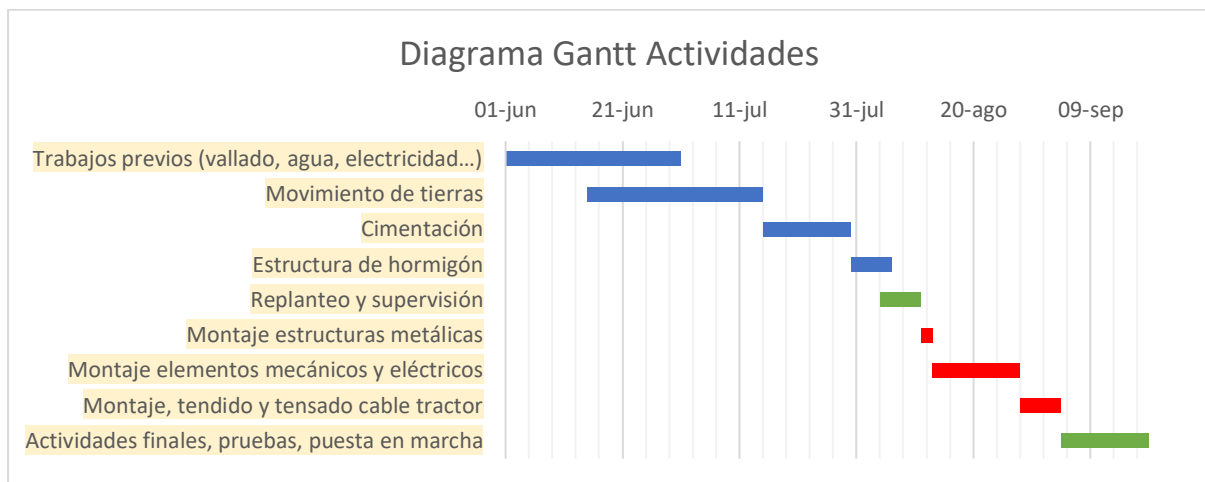


Figura 47. Diagrama de Gantt de las actividades de la obra. Fuente: Elaboración propia

3.2 METODOLOGÍA ECONÓMICA

El Análisis Coste-Beneficio, ACB (Cost-Benefit Analysis, en inglés), es una metodología que permite determinar la viabilidad, en términos sociales, de programas, políticas y proyectos de inversión. La herramienta concede la oportunidad de determinar o realizar una estimación del valor de nuestros recursos naturales, además de los costes e ingresos (benefit = ingreso) del proyecto, para así poder evaluar los cambios en el bienestar asociados, antes de poder gestionar y tomar decisiones sobre dichos recursos.

En concreto, entran en juego los intereses económicos, financieros y sociales, todos ellos convertidos en unidades monetarias, para determinar la viabilidad de un proyecto.

3.2.1 Evolución histórica

Charles-Irénée Castel e Saint-Pierre, conocido como el **Abad Saint-Pierre**, nació el 18 de febrero de 1658 en una familia de la nobleza de Normandía. El menor de cinco hijos, se le destinó a ejercer la carrera eclesiástica, estudiando en un colegio de la Compañía de Jesús (Jesuitas).

No exento de controversia, se realizó con éxito su ingreso en la *Académie Française* en 1695, a pesar de no haber contribuido previamente en los círculos intelectuales en los que había entrado gracias a la influencia de su familia.

Finalmente, el Abad Saint-Pierre realizó una aportación que pasaría a la historia referente a la sistematización de la gestión de las carreteras a través de su obra *Mémoire sur la réparation des chemins* (1708), en la que estudió los impactos positivos que podía aportar su desarrollo para la sociedad frente a una estimación de los costes de llevar el proyecto a cabo. Entre otras cosas propone:

- La creación de un cuerpo específico de mantenimiento de caminos, que tendrá en cada municipio dos empleados: el peón caminero (*cheminier*) y el visitador (*voyer*), con funciones definidas para cada uno.
- Establecimiento de obligaciones a los propietarios de fincas colindantes a los caminos reales, así como un sistema de reparto de dichas cargas, tanto materiales como económicas.

En esta obra, por primera vez se incluyen unas primeras ideas acerca del análisis “multicriterio”. Realiza un análisis de las consecuencias positivas del proyecto, una estimación de los costes y emplea el argumento del beneficio como argumento principal de decisión.



Figura 48. Portada de la obra del Abad Saint-Pierre. Fuente: Torres Ortega 2016.0

Abraham Alfonse **Albert Gallatin** (1761-1849), fue un hombre de negocios, profesor y político, nacido en Suiza, (llegó a ser Secretario del Tesoro) que pasó la mayor parte de su vida en los Estados Unidos. En 1808, cien años después de la publicación de la obra del Abad Saint-Pierre, propuso mediante un informe unificar la nación con sistemas de transporte fluvial basados en mejorar la navegabilidad de los ríos, y construir canales. Esto supuso el origen del enfoque de desarrollo por cuencas siendo más tarde, entre 1870 y 1900, cuando nacen las ideas que dan pie al concepto de “River Basin Development” en los EE. UU. que, en líneas generales, trata sobre la optimización multiobjetivo en la planificación de recursos hídricos. Durante su trabajo, Gallatin se dedica a comparar los costes con los ingresos como método de selección de proyectos hídricos.

Arsène Jules Étienne Juvenel Dupuit, más conocido como **Jules Dupuit**, (1804–1866). Fue el ingeniero jefe de la ciudad de París durante una época y, luego inspector general del *Corps des Pont et Chaussées* (cuerpo de los puentes y carreteras, organización francesa fundada en 1716). Dupuit realizó contribuciones duraderas sobre el análisis coste-beneficio y desarrolló la función de demanda agregada para la identificación de beneficios, y excedentes de consumidores y fabricantes como medidas de utilidad. Se le atribuyen los fundamentos del “Análisis Marginal”:

- Define el modo en el que se deben medir los ingresos y los gastos.
- El criterio será que los ingresos deben ser mayores que los gastos.

El siguiente suceso en la historia se corresponde con el denominado **Auge normativo en EE. UU.** El USACE, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (en inglés “*United States Army Corps of Engineers*”) enuncia el criterio fundamental que deben cumplir los proyectos federales de control de inundaciones para poder emprenderse. El **Flood Control Act** (la Ley de Control de Inundaciones de 1936) decía que las únicas limitaciones en los proyectos federales de control de inundaciones eran que los beneficios económicos tenían que exceder los costes, y los intereses locales tenían que cumplir con los requisitos de ACB para proyectos locales, en otras palabras, “*los beneficios, cualesquiera que sean, y de quien quiera que se devenguen, deberán exceder de los costes estimados*”.

En 1950, se presenta “***Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects***”. Este informe, el cual fue modificado ligeramente ocho años después, presenta las conclusiones y recomendaciones resultantes de una serie de estudios realizados por el Subcomité de Beneficios y Costes del Comité Interinstitucional Federal de Cuenca Fluvial (EE. UU.), con el propósito de desarrollar principios y procedimientos aceptables para determinar los beneficios y costes de los proyectos de recursos hídricos.

En 1952, se llevó al congreso norteamericano de la mano del presidente Truman, la **Circular A-47**. Imponía nuevos estándares rigurosos para la evaluación de proyectos de agua por parte de las agencias federales. El Congreso no aprobó la circular, pero no pudo ponerse de acuerdo sobre una alternativa.

Fue este último evento el que atrajo el interés de los círculos académicos. A finales de los años cincuenta y setenta, los economistas trataron de conciliar las prácticas de ACB en relación con la economía, al ver el rápido desarrollo y perfeccionamiento de las teorías y técnicas de ACB. Entre los economistas de esta época se encontraban **Eckstein, Krutilla y McKean**, quienes, en artículos seminales publicados en la última parte de la década de 1950 (Eckstein, 1958; Krutilla y Eckstein, 1958; McKean, 1958), establecieron el marco teórico firme para la ACB basado en la economía del bienestar neoclásico en la que se mantienen las prácticas actuales de ACB.

- Otto Eckstein (1927-1984) estudió diferentes técnicas sobre la estimación de los ingresos que se pueden obtener a través de la información de los mercados (“*Water Resource Development*”).
- John Krutilla (1922-2003) y el propio Eckstein proponían que estas nuevas técnicas podrían ser empleadas a su vez para la gestión de los recursos hídricos (“*Multipurpose River Development*”).
- Una serie de ingenieros, entre ellos **Arthur Maass** (1917-2004), saltaban al panorama económico con nuevas técnicas para relacionar objetivos económicos, análisis de ingeniería y planificación gubernamental (“*Design of Water-Resource Systems*”).

- Finalmente, Roland McKean (1917-1993) destacó por la formulación de principios de eficiencia en política y gobierno ("*Efficiency in Government Through Systems Analysis*").

Es interesante observar que, aunque en las décadas de 1960 y 1970 hubo un aumento especial en numerosas publicaciones sobre temas relacionados con la forma en que deben valorarse los bienes, la mayor parte de las ideas y técnicas presentadas fueron, en mayor o menor medida, variantes del método de valoración contingente, precios hedónicos y el método de coste de viaje.

También fue durante este período que estos métodos se aplicaron por primera vez a la valoración de los bienes (Davis, 1963; Ridker y Henning, 1967; Clawson y Knetsch, 1966). En definitiva, entre 1960 y 1980 se comenzaron a definir los métodos coste de viaje, de precios hedónicos (preferencias reveladas), y se distinguen los métodos de preferencias declaradas dentro de los que se encuentra el de valoración contingente.

En estos momentos ya se tenía presente el criterio de Kaldor y Hicks propuesto por los economistas **Nicholás Kaldor** (1908-1986) y **John Hicks** (1904-1989). Se trata de una medida de eficiencia económica que viene a decir que: "Son justificables aquellos proyectos cuyos beneficios compensan las pérdidas, independientemente de quién soporta los beneficios y quién los costes".

En el primer día del año 1970 se promulga la Ley de Política Ambiental Nacional, "**National Environmental Policy Act**" (NEPA). Se trata de una ley ambiental de los Estados Unidos que promueve la consideración del medio ambiente y estableció el Consejo del Presidente sobre Calidad Ambiental, "*Council of Environmental Quality*" (CEQ). En la actualidad, más de 100 países de todo el mundo han establecido políticas ambientales relacionadas con lo establecido en la NEPA.

En 1981, se emite la "**Presidential Executive Order 12291**" por medio del presidente Ronald Reagan. Básicamente sirvió como una obligación para que las agencias ejecutivas realizasen un análisis coste-beneficio medioambiental en el planeamiento de proyectos.

Mientras tanto, también se contemplaron progresos en el continente europeo, aunque la investigación y la práctica hayan transcurrido relativamente lentas. En concreto, en el Reino Unido las aplicaciones de ACB se han basado principalmente en el

transporte, comenzando en 1960 con el proyecto de la autopista M1 e incluyendo desde entonces el cierre de las rutas ferroviarias, las propuestas del Túnel del Canal de los 70, el tercer Aeropuerto de Londres y los puentes de carretera sobre los ríos *Tay* y *Severn*.

En 1983, el Departamento de Transporte Británico proporciona un Manual de Evaluación Ambiental ("***Manual of Environmental Appraisal***") que brinda orientación sobre la inclusión de los impactos ambientales.

Además, en 1984 se desarrolló el famoso "***The Green Book***". Se trata de una guía emitida por el "HM Treasury", una institución económica británica que hace referencia a "Her Majesty's Treasury" (El Tesoro de Su Majestad) un departamento gubernamental que influye en la medida en que el gobierno necesita realizar evaluaciones monetarias de los impactos ambientales. La guía imponía la tasación de las inversiones propuestas por departamentos del gobierno. Ha sufrido diversas modificaciones hasta el día de hoy.

Por último, la Unión Europea ha marcado el hilo de los últimos años en Europa en referencia a las consideraciones ambientales con la introducción de "***Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects***". Los principales pilares en los que se centra son: transporte, medioambiente, energía, inversiones en la banda ancha y otras innovaciones. La última versión de esta guía es del año 2014 y se centra en el periodo desde su lanzamiento hasta el año 2020.

Desde la década de 1960, el ACB ha disfrutado de fluctuaciones y avances. A pesar de ello, actualmente se lo reconoce como la principal técnica de evaluación para las inversiones públicas y las políticas públicas. Sin embargo, muchos actores coinciden en la no recomendación de emplear el ACB como único criterio de decisión.

3.2.2 Criterios de eficiencia

El Análisis Coste-Beneficio siempre ha estado regido por dos principales criterios de eficiencia desde el punto de vista económico que, en pocas palabras, expresan si un proyecto es justificable o no económicamente.

Criterio de Pareto. Este otro criterio recibe su nombre a partir del economista italiano **Vilfredo Pareto (1848-1923)**, quien utilizó este concepto en sus estudios sobre

eficiencia económica y distribución de la renta, y determina que una situación es eficiente cuando no es posible encontrar ninguna otra situación que mejore el bienestar sin que nadie empeore el suyo.

Criterio de Kaldor-Hicks. Este criterio debe su nombre a los economistas **Nicholás Kaldor** y **John Hicks**. Se establece que una situación es más socialmente aceptable que otra, cuando los beneficios de la nueva situación compensan las pérdidas, independientemente de quién soporta los beneficios y quién los costes. Como ya anunciábamos en la descripción de la evolución histórica del ACB, según este criterio un proyecto es justificable siempre y cuando los beneficios de éste superen a los costes, independientemente de quién los soporte.

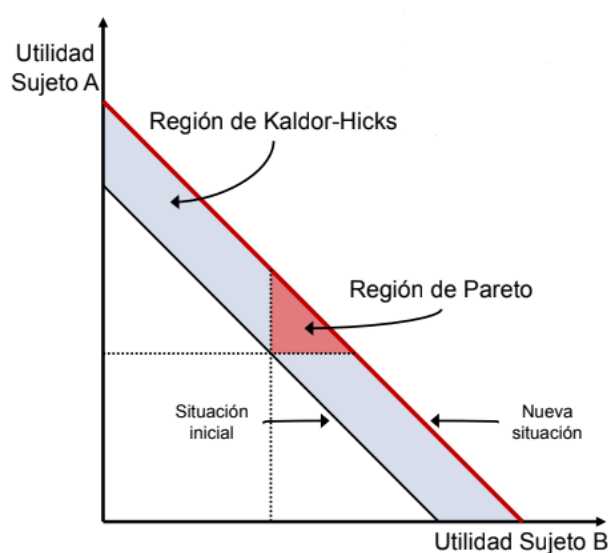


Figura 49. Criterios Kaldor-Hicks y Pareto. Fuente: Torres Ortega, 2016.0

Es evidente que el criterio más restrictivo, y que contribuye a la búsqueda de la solución ideal es el de Pareto, mientras que el segundo criterio mencionado constituye una solución o adaptación del primero. Las situaciones óptimas de Pareto son siempre las más recomendables. Sin embargo, es difícil encontrar estas soluciones en las que nadie sale perdiendo y en las que todos ganan (situaciones denominadas “win-win”). Debido a esto, a menudo los proyectos que se evalúan suponen beneficios para algunos sujetos a costa de que otros soporten costes, o menos beneficios que los primeros.

Los proyectos y las políticas fuertemente ligados con los impactos ambientales tienen consecuencias distributivas o repartidas, y no siempre es posible contemplar todas ellas. El concepto de equidad hace referencia al repartimiento de la riqueza en una

sociedad; en este caso: el reparto igual de los costes y beneficios asociados a un proyecto o política. Diferenciamos dos tipos de equidad:

- Equidad horizontal: Busca un trato igualitario para todas aquellas personas que se encuentran en una situación similar. Ejemplo: Si se está proyectando una nueva carretera, intentar no permitir que pase por zonas colindantes a las casas de ciertos vecinos de un municipio, mientras por otras casas se sabe que no va a pasar. De esta forma, si se posibilita un tratamiento igualitario, ninguno de los vecinos tendrá que soportar el consecuente ruido del tráfico. Mientras si no fuese así, algunos vecinos sufrirían las consecuencias y otros, en cambio, no.
- Equidad vertical: Persigue que se considere un mismo trato para personas con circunstancias distintas (en particular, distinguiendo en función del nivel de renta), de tal forma que los costes o beneficios sean proporcionales a las mismas. Ejemplo: Una política de impuestos que sea linealmente dependiente del nivel de renta de cada ciudadano, de manera que los más agraciados económicamente contribuyan de forma más sustancial de como lo hacen aquellos con más apuros.

3.2.3 Tipologías

Existen dos criterios de clasificación distintos, en función de su enfoque y objetivo, y en función del momento de realización del análisis.

A pesar de que, en sus inicios, el principal factor para la evaluación y posterior aprobación de proyectos mediante el ACB era el económico, en las ultimas décadas surge un movimiento conocido como el *Desarrollo Sostenible*, impulsado por las grandes organizaciones mundiales, que tiene como objetivo fomentar un “desarrollo que satisfaga las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

Actualmente existe el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), muy interrelacionados entre ellos y que se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio,

aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades.



Figura 50. Los 17 ODS. Fuente: undp.org

A raíz de esta nueva percepción y de la creciente preocupación generalizada de la sociedad respecto a aspectos sociales y medioambientales, se comienza a analizar a los proyectos desde tres puntos de vista: el económico, el ecológico y el social; determinándose un proyecto como sostenible, aquel que cumple con un desarrollo equitativo, aproximadamente, en estos tres aspectos.

Este hecho ha provocado una fuerte conexión entre el desarrollo del ACB y los aspectos comentados. A pesar de ello, normalmente un análisis de estas características centra sus esfuerzos en uno de estos aspectos en concreto según cual sea el enfoque principal y los objetivos del mismo, se llega al **Primer Criterio** que analiza los impactos incluidos:

Análisis Coste – Beneficio económico: Se trata de un estudio muy específico, ya que sólo estudia los impactos que se puedan valorar directamente en unidades monetarias. Se estructura desde el punto de vista del inversor público, que tiene en mente la maximización del beneficio social. Se tienen en cuenta todos los costes derivados de las decisiones tomadas, pero de una forma peculiar, según la disponibilidad a pagar, con independencia de cual sea su atribución.

Análisis Coste – Beneficio financiero: El objeto de este análisis es el de determinar la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista del inversor privado, contabilizando solamente los flujos de caja a partir de una estimación sobre los precios de mercado, independientemente de su naturaleza. Es el análisis típico que utilizan las empresas privadas, donde no se suelen tener en cuenta los valores sociales y ambientales.

Análisis Coste – Beneficio socioeconómico: Está enfocado al cálculo de costes y beneficios desde la perspectiva social, los cuales hay que traducir en unidades monetarias, para poder ser sometidos a evaluación.

Análisis Coste – Beneficio medioambiental: Por último, este estudio realiza un cálculo de los costes y beneficios sociales y medioambientales. Como sucedía con el anterior tipo de análisis, será necesario realizar una valoración monetaria de los mismos.

En referencia a cuando se realiza el análisis respecto al momento dentro del ciclo de vida del proyecto, se llega al **Segundo Criterio** que analiza la temporalidad, y diferenciamos:

Análisis Coste – Beneficio Ex – Ante: El término también se conoce como ex ante y es una palabra neolatina que expresa: “antes del suceso”, es decir, que este análisis se realiza antes de la ejecución de un proyecto o mientras el proyecto está bajo consideración, antes de ser materializado. El objetivo principal es el de ayudar en la toma de decisiones: selección del mejor proyecto, asignación de los recursos para dicho proyecto, etc.

Análisis Coste – Beneficio Ex – Post: Básicamente, se realiza después de la ejecución de un proyecto. El principal objetivo de este estudio es determinar si la inversión, una vez realizada, ha cumplido con los objetivos previos a la implementación del proyecto, ya que nos permite conocer el valor real o final del proyecto. Además, puede ser de apoyo y ejemplo para la proyección de otras ideas que comparten las mismas características.

3.2.4 Metodología

En cualquier ACB, varias etapas deben ser llevadas a cabo. Mientras que muchos discreparán en cómo están identificadas estas etapas, la siguiente estructura ofrece una guía con los pasos imprescindibles: definir el proyecto, identificar los impactos y cuáles son económicamente relevantes, cuantificar físicamente los impactos, calcular un valor monetario, aplicar la tasa de descuento, calcular indicador y realizar un análisis de sensibilidad.

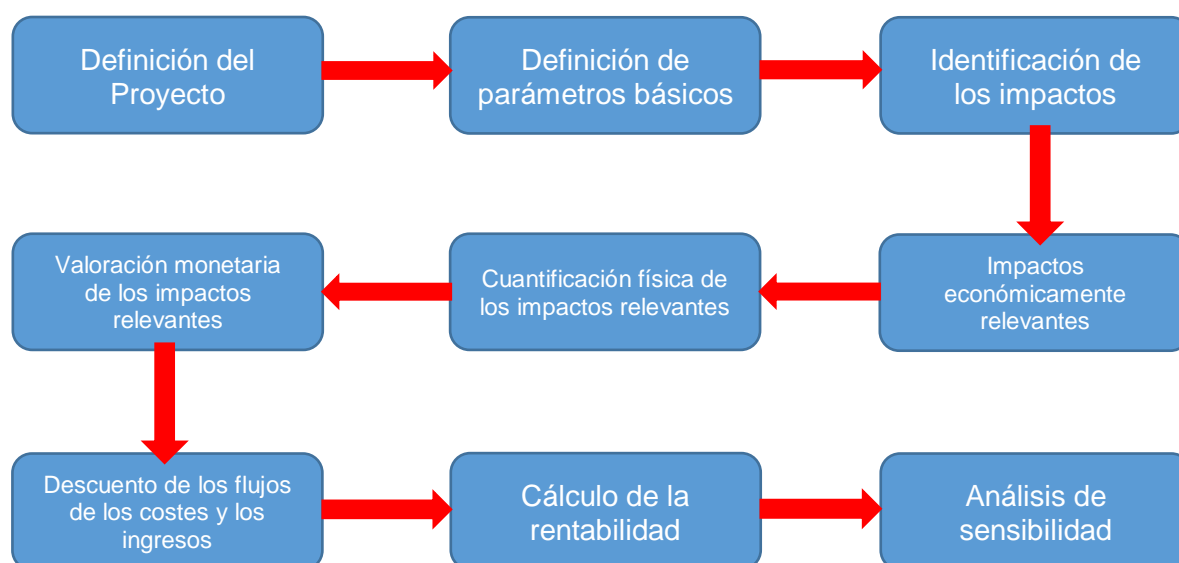


Figura 51. Fases de la metodología Análisis Coste-Beneficio. Fuente: Elaboración propia

1. Definición del Proyecto.

Esta definición incluirá, por un lado, la reasignación de los recursos propuestos y, por otro lado, la población de los denominados “ganadores y perdedores” a considerar.

La razón para definir como tal es que un proyecto no puede ser evaluado a menos que se sepa lo que se debe evaluar. Este paso de definición también se puede utilizar para determinar los límites del análisis, conocidos como “*boundaries*”. En resumidas cuentas, se busca una completa descripción del proyecto, que debe incluir los aspectos más importantes (desde la memoria descriptiva del mismo, hasta la planificación de su ejecución y puesta en marcha).

El motivo del segundo punto es determinar la población sobre la cual se deben agregar los costes y beneficios. A veces, esta población será determinada por la ley. Más frecuentemente, sin embargo, se permite cierta discreción. En el ejemplo del puente mencionado anteriormente, ¿contamos solamente las personas que se encuentran en las inmediaciones del puente (es decir, a nivel local), las personas afectadas a nivel regional, nacional o internacional? Esta última categoría de posibles “ganadores y perdedores” puede parecer poco probable, pero una mayor integración de las políticas ambientales en la

Comunidad Europea (CE), que es un ejemplo donde los intereses continentales, en este caso, pueden ser los relevantes. De este modo, será muy importante incorporar una especificación del área y de la población afectada. El análisis de las distintas opciones que se estén evaluando nos permitirá precisar la magnitud del estudio y el nivel de interés y afección sobre la población.

Asimismo, una aclaración previa, es la de preguntarse si se trata de un proyecto o una política. El ACB es válido para ambas situaciones, pero es necesario que quede perfectamente puntualizado. Además, el ACB nos permite trabajar en un entorno previo o posterior a la toma de decisiones, obteniéndose conclusiones que, en un principio, difieren claramente.

2. Definir parámetros básicos.

Prosiguiendo con la primera etapa, la segunda sigue la misma línea fundamentada en la definición. En este caso, es igualmente necesario definir una serie de parámetros básicos. Para la realización de un ACB es indispensable adoptar una serie importante de parámetros que afectan a los resultados finales.

Es muy relevante destacar la importancia del horizonte temporal de análisis y la tasa de descuento a aplicar durante el proceso de cálculo de rentabilidad, en especial. Una lista de los parámetros más utilizados podría ser la siguiente:

- Horizonte temporal (*).
- Tasa de descuento (**).
- Tipología de descuento.
- Año de referencia (***).
- Parámetros intrínsecos al proyecto.
- Parámetros intrínsecos a los impactos.

***Horizonte temporal:** También conocido como tiempo o periodo de referencia. Básicamente, define el plazo de años que se tienen en cuenta para el análisis, desde que comienza el proyecto hasta que se desestiman la vida útil y la evaluación de este. En función del tipo de proyecto o política que se estudie, se establecen distintos horizontes temporales. La Comisión Europea establece

una pauta para determinar este parámetro en función del sector que se quiera analizar:

Sector	Horizonte temporal (años)
Ferrocarril	30
Carreteras y Autopistas	25-30
Puertos y Aeropuertos	25
Transporte Urbano	25-30
Suministro/Saneamiento de Agua	30
Gestión de Residuos	25-30
Proyectos Energéticos	15-25
Banda Ancha (Telecomunicaciones)	15-20
Investigación e Innovación	15-25
Infraestructura de Negocios	10-15
Proyectos Industriales	10
Proyectos hidráulicos y medioambientales	30
Otros Sectores	10-15

Tabla 2. Referencia de Horizontes Temporales Propuesta por la Comisión Europea. Fuente: European Commission. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects (2014)

Si analizamos los proyectos medioambientales en función del activo medioambiental al que más afectan, o en aquel en donde se realiza dicho proyecto:

Activo medioambiental	Horizonte temporal (años)
Praderías	Función del ciclo de cosecha
Bosques	Función del ciclo de cosecha
Ríos, lagos	40
Marismas	50
Costas	35

Tabla 3. Horizontes temporales Proyectos Medioambientales. Fuente: Torres Ortega 2016.0

Como se observa, en los proyectos medioambientales el horizonte temporal de referencia es especialmente alto. Por si no fuese poco, algunos autores sugieren horizontes aún mayores del orden de 50 o 100 años.

****Tasa de descuento:** Pocos asuntos en el ACB causan más controversia que el uso de dicha tasa. Para una explicación completa y detallada, destinamos una etapa completa de la metodología. También se comentan las diferentes tipologías de descuento.

*****Año de referencia:** Este parámetro se entiende como el año base al que se llevan todos los valores monetarios distribuidos en el tiempo, tras aplicarles la tasa de descuento, para la posterior comparación de los impactos. La determinación del año de referencia es crucial, tanto para el cálculo de los valores monetarios como para la consideración de los impactos relevantes. En el caso de aplicación del proyecto, se puede comprobar que dependiendo de para cuando se analice el proyecto, las consecuencias pueden ser muy dispares.

Estos tres parámetros en los que nos hemos detenido son los más relevantes dentro de la metodología del ACB.

3. Identificación de los impactos del Proyecto.

Una vez que se define el proyecto, el siguiente paso es identificar todos los impactos resultantes de su implementación y realización. Es importante tener en consideración en una primera aproximación todas aquellas consecuencias que afecten a la sociedad del lugar de estudio, analizando todas las fases del proyecto desde su puesta en marcha y realización, hasta la época posterior a la finalización del mismo.

Dos conceptos importantes aquí son la *adicionalidad* y el *desplazamiento*. La adicionalidad se refiere a los impactos netos del proyecto, o mejor dicho, los causados estrictamente por él mismo. Si un gobierno estuviera evaluando la introducción de límites de velocidad más bajos para reducir los accidentes en la carretera, este beneficio debe medirse neto de cualquier reducción en los accidentes que habría ocurrido sin esta nueva política (debido, por ejemplo, a las mejoras en el diseño de automóviles). El desplazamiento es importante cuando se producen movimientos poblacionales, y es importante cuantificar todo el capital que producirían.

Otro aspecto que se debe analizar es el hecho de que las preferencias de los individuos son muy distintas en función de cada generación, por ejemplo. De esta forma, a la hora de estudiar los impactos, pueden existir sinergias, pero también diferencias.

Por otro lado, es importante definir una determinada amplitud del análisis, por lo que será necesario fijar un número de variables intervinientes en el mismo que sea finito. De no ser así y conseguirse un número elevado de impactos detectados, el trabajo y la complejidad del proceso serán mucho mayores y puede que los resultados finales sean coincidentes con aquel análisis en el que se simplifiquen las etapas, ya que algunos impactos son prácticamente despreciables.

Podríamos realizar una primera clasificación de los impactos según los distintos grupos interesados en el proyecto, conocidos con el término inglés “stakeholders”:

- La empresa.
- Los usuarios.
- Las instituciones publicas o sociales.

Evaluando quién es sujeto que soporta los costes y beneficios, el cual no tiene por qué ser el mismo, podemos conocer de una manera sencilla los impactos del proyecto.

Otra clasificación bastante habitual es aquella que considera cómo se incorporan los costes y las consecuencias. En ella, se diferencia entre costes y beneficios internos y externos. En cuanto a los internos, se catalogan los costes del proyecto como costes de inversión y operativos. En función del valor monetario de las consecuencias, los costes se agrupan en dos categorías: los costes evitados y los incrementos en ingresos o rendimiento.

La ultima de las clasificaciones más frecuentes se basa en el grado de dificultad a la hora de medir y el grado de monetización de costes y consecuencias. Se diferencian las partidas cuantificables frente a las

intangibles. Entre las primeras, también hay discernir entre las que pueden ser monetizadas directamente y las que no.

Es importante destacar que es una tarea muy laboriosa, la de identificar los impactos de un proyecto o política. A la escasa información disponible hay que añadir la invalidez, en cierta medida, de los precios de mercado porque no reflejan el equilibrio social, los proyectos de empresas privadas en los que los límites son difíciles de estimar (sólo se suelen considerar los ingresos y gastos contabilizados y pagados como impactos), además de la gran variedad de aspectos (sociales y ambientales) que se tienen en cuenta a la hora de afrontar una inversión pública, cuyos límites, siendo mucho más amplios, tampoco son fáciles de predecir.

4. ¿Qué impactos son económicamente relevantes?

Esta etapa normalmente se realiza debido a las limitaciones de recursos en el ACB. Generalmente no se dispone de recursos económicos, temporales, de datos, de personal... suficientes para la realización de un estudio totalmente completo.

Esta etapa es ligeramente ambigua. El punto crucial aquí es que los impactos ambientales de los proyectos cuentan (son realmente relevantes), siempre y cuando causen que al menos una persona de la población analizada se vuelva más o menos feliz (la persona se ve afectada); y/o cambien el nivel de calidad de la producción de algún producto de valor positivo.

El economista británico *David Pearce* establece:

“Cualquier ganancia o coste que se produzca por una política o proyecto, independientemente de a quién afecte o quién lo devengue, o en qué momento del proyecto ocurra, debe ser considerado en el ACB”.

Básicamente, destaca que un impacto se considera relevante en el momento que afecte a una persona. A pesar de ello, identificar cuál de dichos impactos es relevante es muy difícil. Normalmente es preferible no considerar dichos impactos y omitirlos del análisis.

De nuevo, es importante destacar que se debería analizar cualquier impacto que cumpla con el criterio de *Pearce*, pero realmente a la hora de la verdad, solo se estudian aquellos impactos que el tiempo y el dinero nos permitan.

5. Cuantificación física de los impactos relevantes.

Esta etapa implica determinar las cantidades físicas de los flujos de costes y beneficios para un proyecto e identificar cuándo ocurrirán en el tiempo. Para impactos ambientales como estos, el uso del Análisis de Impacto Ambiental es claramente importante.

Todos los cálculos realizados en esta etapa se realizarán bajo distintos niveles de incertidumbre. En algunos casos, puede ser posible agregar probabilidades a eventos inciertos y calcular un "valor esperado".

6. Valoración monetaria de los efectos relevantes.

Para que las medidas físicas de algunos de los impactos analizados puedan medirse conjuntamente y poder comparar los efectos que nos suponen, deben estar en unidades comunes. En este caso el ACB utiliza unidades monetarias. Por lo tanto, se deben calcular los valores monetarios asociados a los impactos que se hayan destacado anteriormente.

Los mercados generan los valores de todos los bienes y servicios comercializados como precios relativos. Los precios transmiten una información muy valiosa. Las tareas restantes para el ACB son la de predecir los precios de los flujos de valor que se extienden hacia el futuro, corregir los precios de mercado cuando sea necesario y calcular los precios (valores relativos en unidades comunes) donde no existan.

Un aspecto para tener muy en cuenta es que los impactos sociales y medioambientales, al contrario de lo que sucede con los económicos, no son monetarios, con lo que es necesario buscar mecanismos para monetizarlos de manera que se pueda trabajar con todos a la vez. Esta tarea podrá tener mayor o menor grado de complicación en función del impacto considerado.

No es una tarea fácil, ya que aparecen tres problemas principales:

- La valoración de los impactos debe realizarse en unidades monetarias constantes y homogéneas, independientemente del tiempo en el que el flujo se espera que ocurra. De este modo, es necesaria una predicción del valor de los bienes afectados en un futuro determinado. (Siguiendo etapa).
- Se debe tener cierta cautela para emplear precios de mercado sobre aquellos bienes que cotizan en uno.
- No siempre se tiene el mercado del cual podemos deducir el valor monetario de un determinado bien.

Podemos enumerar algunos de los métodos más generalizados para la valoración monetaria, que se utilizan en función de distintas circunstancias:

- Valoración Contingente.
- Experimentos de Elección.
- Método de los Precios Hedónicos.
- Método del Coste de Viaje.
- Método del Coste Evitado.
- Transferencia de Beneficios.

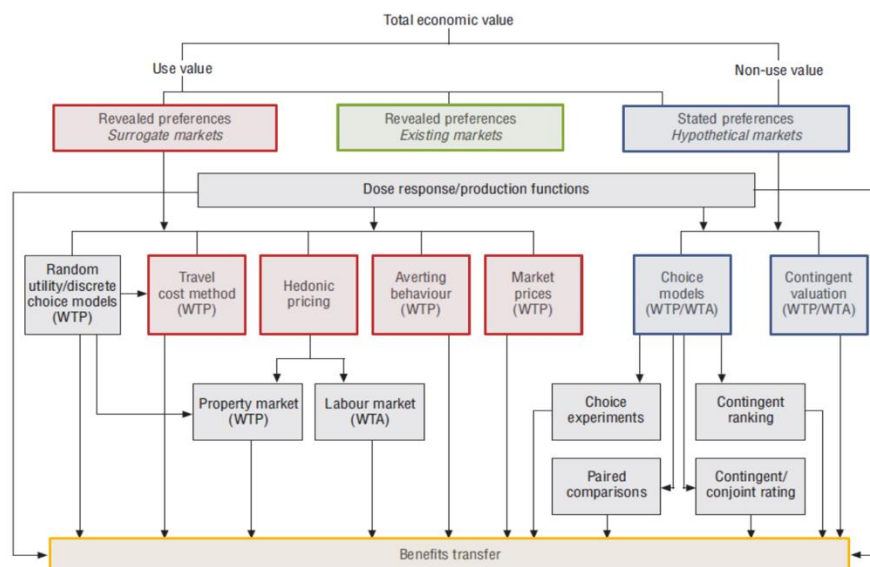


Figura 52. Tabla sobre el valor económico total y los métodos de valoración de activos. Fuente: Torres Ortega 2016.0

En la tabla aparecen en varias ocasiones las siglas “WTP” y “WTa”. Uno de los principios generales de la cuantificación de los impactos es la denominada

“disponibilidad a pagar” (**Willingness To Pay**, en inglés), que representa la cantidad que una persona está dispuesta a pagar para beneficiarse por un bien o servicio. WTA hace referencia a **Willingness To Accept**, que es lo mismo que el dinero que una persona está dispuesta a aceptar a cambio de perder un bien o servicio.

Por otro lado, también se consideran:

- El coste generalizado: es la suma de los distintos costes asociados a un viaje, que interfieren en la decisión sobre si realizar o no el viaje.
- El excedente del consumidor (Consumer surplus, en inglés): es la diferencia entre el precio que el consumidor está dispuesto a pagar por un bien o servicio y su precio actual.

7. Descuento de los flujos de los costes e ingresos.

Descontar se refiere al proceso de asignar un menor peso para una unidad de coste o beneficio del futuro en comparación con una unidad actual. Cuando más futura sea la aparición de ese coste o beneficio, menos ponderación se le atribuirá. En pocas palabras, descontar es la acción de tener en cuenta en mayor medida aquello que más próximo se encuentra de la actualidad desde el punto de vista del horizonte temporal.

Aunque parezca rocambolesco, el hecho de descontar es totalmente biológico. Comparamos la tasa de descuento con el coste de oportunidad del capital: Si imaginamos el caso de una empresa que se dedica a la extracción de petróleo, el coste de oportunidad se refiere al capital que dejas de ganar al hacer la elección de extraer petróleo en este momento, es decir, el coste de no poder utilizar un recurso limitado en una actividad al emplearlo en otra.

Para el caso comentado:

- Si la tasa de descuento es mayor que el coste de oportunidad, no extraemos petróleo por el momento.
- Si la tasa de descuento es menor, extraemos el recurso.

Este hecho de no valorar de la misma forma ahora que en generaciones futuras, significa que el descuento supone introducir un punto de desequilibrio intergeneracional en este aspecto.

El empleo de una tasa de descuento surge, como explicamos, de la necesidad de analizar inversiones cuyos costes y beneficios serán soportados muchos años después del año de referencia, y al hecho de que el valor de las unidades monetarias varía a lo largo del tiempo. Se trata, por lo tanto, de unir en un indicador único valores monetarios que suceden en momentos temporales distintos y que se deben de trasladar a un año de referencia común a todos ellos con el objetivo de ser comparados en el tiempo presente para poder tomar las decisiones correspondientes.

Varios autores critican la utilización de diversas tasas de descuento, En primer lugar, se critica a aquellos que emplean una tasa constante. En segundo lugar, critican la comparación entre la tasa de descuento y la tasa de inflación. El descuento es un concepto que requiere cierta subjetividad: tiene que ver con la productividad del capital (coste de oportunidad) y con los intereses personales (preferencia generalizada por obtener los beneficios tan pronto como sea posible) y que ha dado lugar a numerosos estudios y publicaciones.

Normalmente, para este tipo de estudios se suele escoger uno de los siguientes valores:

- El tipo de interés del mercado.
- La tasa marginal de preferencia temporal.
- La tasa marginal de productividad del capital.

Si estuviésemos en un mercado de competencia perfecta, los tres valores coincidirían. Realmente, los valores difieren debido a la presencia de impuestos sobre los beneficios de las empresas y sobre el rendimiento del ahorro.

Una de las teorías más extendidas es la teoría del descuento social: *La Tasa Social de Descuento* es igual a la suma de dos factores: ρ que es la tasa “pura” en el año de referencia, que refleja la impaciencia de las personas; y el producto de μ y g : μ es conocida como la elasticidad de la utilidad marginal del

consumo, que se entiende como el porcentaje de cambio del bienestar al cambiar el consumo. g es la tasa de crecimiento del consumo futuro (per cápita), y depende del desarrollo tecnológico, los recursos disponibles, el funcionamiento global de la economía, entre otros factores. La ecuación se conoce como “*Ramsey equation*”:

$$s = \rho + \mu * g$$

La Tasa Social de Descuento oscila entre los siguientes valores:

- Entre el 3% y el 7% en el caso de los países desarrollados
- Entre el 8% y el 15% en el caso de los países en vías de desarrollo.

Muchos autores y organizaciones internacionales recomiendan distintas tasas de descuento. Por ejemplo, la Comisión Europea recomienda una tasa de descuento social del 5% para proyectos a realizar en los países incluidos en el Fondo de Cohesión, y del 3% para el resto de los países miembros de la Unión Europea, como es el caso de España. Mediante esta recomendación, anima a que cada estado estima su propia tasa.

En cuanto a las críticas hacia el empleo de una tasa de descuento constante, hay que destacar que existen varias tipologías de descuento. A continuación, se enumeran las más destacadas:

- Constante.
- Escalones.
- Decreciente mediante formulación.

$$s = \rho + \mu * g - \frac{1}{2} \mu * P * \text{var}(g)$$

Siendo: P una medida de ahorro

$\text{Var}(g)$ la varianza de la tasa de crecimiento de consumo.

- Hiperbólico.

$$FDh = \frac{1}{(1+at)^{a/b}}; \quad a, b > 0$$

- Dual. Tipología que aplica dos tipos de tasas en función de si los bienes son tangible o intangibles.

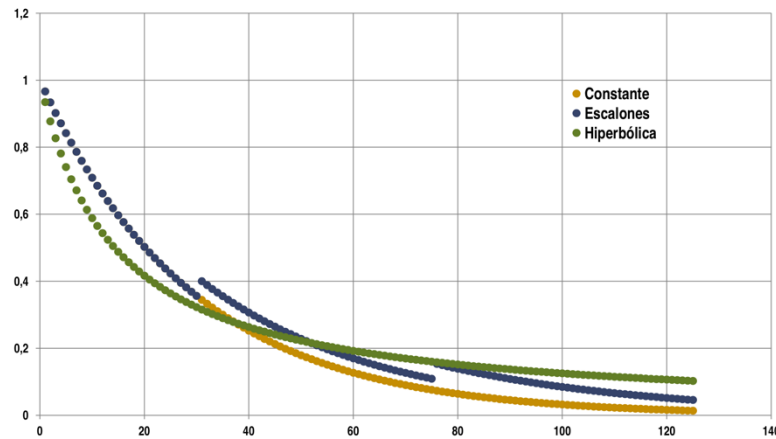


Figura 53. Precio unitario del dinero en función del tiempo (años) y de la tipología de descuento. Fuente: Torres Ortega 2016.0

8. Cálculo de la rentabilidad.

Una vez que se tienen todos los impactos cuantificados y expresados en una misma unidad de manera que se puede realizar una comparación conjunta y relativa de todos ellos, el análisis continúa calculando un indicador que permita determinar la rentabilidad del proyecto.

Una inversión es la acción por la que arriesgamos parte de nuestros recursos (principalmente económicos) en el presente para experimentar unos determinados flujos monetarios, con el objetivo de conseguir una ganancia en el futuro.

En proyectos de esta categoría, es crucial determinar el grado de éxito que tendrá nuestra inversión. También es importante destacar que esa ganancia que mencionábamos anteriormente no tiene por qué ser económica, si consideramos el reembolso del capital inicial de manera indirecta o consecuente.

Los métodos de inversión que se estudian en la actualidad (dinámicos) utilizan las técnicas de descuento, ya que no valoramos el flujo económico de un año futuro igual que el del presente (en caso contrario, hablamos de métodos de inversión estáticos).

Los factores que se suelen tener en cuenta son:

- Inversión inicial, I_0 .
- Tiempo, t .

- Beneficio neto, $\sum F_i - \sum G_i$.
- Flujo por unidad de inversión, $\frac{\sum F_i}{I_o}$.
- Payback.

Uno de los indicadores más comunes en la realización del ACB es el Valor Actualizado Neto (VAN). Sin embargo, a continuación, describimos cuatro de los indicadores de rentabilidad más conocidos, y habitualmente empleados como ayuda para la toma de decisiones:

*Payback descontado

El plazo de recuperación descontado o **payback descontado** es el primero de los indicadores existentes para llevar a cabo el análisis y la toma de decisión de proyectos de inversión que vamos a explicar. Es un método de evaluación de inversiones dinámico que determina el momento en el que se recupera el dinero de una inversión, teniendo en cuenta los efectos del paso del tiempo. Habitualmente es utilizado por aquellas empresas que quieren tener una idea aproximada del tiempo que tardarán en recuperar el desembolso inicial realizado. De la siguiente expresión, despejaremos el tiempo:

$$I_o = \sum_{i=0}^t \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

Donde: I_o es la inversión inicial.

F_i se refiere a los flujos de caja de cada uno de los ejercicios.

r hace referencia al coste de oportunidad del dinero.

*VAN

El **Valor Actualizado Neto** es uno de los indicadores más distinguidos. Fundamentalmente, si se analizan los flujos de caja de distintos ejercicios y se trasladan todos ellos al denominado “Año 0” o año de referencia, y tras ello se resta la inversión inicial, obtenemos el VAN de nuestro proyecto.

Se entiende como flujo de caja o “cash-flow” de un ejercicio, a la resta de los ingresos (fondo generado) menos los costes (inversión realizada cada año).

$$VAN = -I_o + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

Donde: n , es igual al número de ejercicios considerados.

Valor del VAN	Significado	Decisión sobre el proyecto
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias	Puede ser aceptado
$VAN < 0$	La inversión produciría pérdidas	Debe ser rechazado
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	El proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida: otros criterios de decisión

Tabla 4. Tabla de decisiones en función del VAN. Fuente: Elaboración Propia

Una alternativa, que puede resultar más cómoda tanto analíticamente como para el manejo de los resultados, es la de adimensionar el VAN, definiendo la variable IR , que se conoce como índice de rentabilidad y que podría ser considerado otro indicador del apartado. De esta forma, trabajamos con valores cercanos a la unidad:

$$IR = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}}{I_o}$$

Valor de IR	Significado	Decisión sobre el proyecto
$IR > 1$	La inversión produciría ganancias	Puede ser aceptado
$IR < 1$	La inversión produciría pérdidas	Debe ser rechazado
$IR = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	El proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida: otros criterios de decisión

Tabla 5. Tabla de decisiones en función de R . Fuente: Elaboración Propia

*Ratio B/C

Si el VAN es un indicador con unidades monetarias, el ratio beneficio/coste, es un **indicador adimensional** que proporciona una medida relativa de la eficiencia socioeconómica, es decir, indica la cantidad de dinero que se gana por cada unidad monetaria invertida.

Este indicador pretende determinar si el proyecto es rentable o no de una forma sencilla. Se enumeran y se valoran todos los beneficios y los costes, y posteriormente se divide el valor actualizado de los costes entre el valor actualizado de los beneficios. Como vemos tanto arriba como debajo de la fracción, las expresiones se corresponden con la del VAN modificando el numerador. EL término “*d*” vuelve a referirse al coste de oportunidad del dinero.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+d)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+d)^i}}$$

Donde: C_i son los costes actualizados.

B_i son los beneficios actualizados.

Valor del Ratio C/B	Significado	Decisión sobre el proyecto
Ratio B/C > 1	La rentabilidad de la inversión es aceptable	Puede ser aceptado
Ratio B/C = 1	La inversión inicial llega a recuperarse	Es viable
Ratio B/C < 1	El proyecto no es rentable ya que la inversión inicial no podrá recuperarse	Debe ser rechazado

Tabla 6. Tabla de decisiones en función del Ratio C/B. Fuente: Elaboración Propia

*TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se trata de un método de valoración de inversiones que analiza la rentabilidad de los flujos de caja entrantes y salientes de la inversión que se producen a lo largo de su vida útil, actualizados a tiempo cero, y expresado en términos relativos. Se define como el máximo

coste de oportunidad (“a lo que renunciamos al hacer una inversión”) que el proyecto puede soportar sin que se anule su rentabilidad.

El TIR se determina cuando igualamos la expresión del VAN a cero y despejamos el valor de la tasa de descuento; puede entenderse de una manera más sencilla como la tasa que hace que el VAN tenga valor cero.

$$r^*/_{VAN} = 0 = -I_o + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

$$r^* = TIR$$

En este caso, la expresión es idéntica a la del VAN, pero igualándola a cero y tomando “ r^* ”, como nuestra incógnita.

Valor del r^*	Significado	Decisión sobre el proyecto
$r^* \geq r$	El proyecto resulta rentable	Puede ser aceptado
$r^* < r$	El proyecto no resulta rentable	Debe ser rechazado

Tabla 7. Tabla de decisiones en función del TIR. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, es importante recalcar que estos indicadores no tienen en cuenta sinergias o efectos adversos, luego será conveniente combinar teorías para obtener resultados posiblemente más certeros.

9. Análisis de sensibilidad.

Esta es una de las etapas más destacadas del ACB. Una vez se han completado todas las etapas anteriores, es fundamental estudiar como la variabilidad de los distintos parámetros básicos puede afectar a los resultados finales del análisis.

Existen infinidad de factores que pueden afectar a cada uno de los datos de los que se ha precisado para completar el ACB. La incertidumbre que rodea a todo el proceso define la importancia de esta etapa (en los análisis ex ante, ninguna de las predicciones que se realizan tienen una fiabilidad del 100%). Una de las claves de esta etapa, es la de resaltar aquellos factores denominados críticos que tienen un gran impacto sobre el resultado final de la evaluación del proyecto.

El análisis de sensibilidad es bastante sencillo y se realiza variando uno a uno los parámetros y determinando el efecto del cambio sobre el indicador de rentabilidad (VAN).

Podemos dividir esta etapa en las siguientes fases:

- **Identificación de variables:** Determinar todas las variables utilizadas para calcular el indicador del análisis. Estas categorías ayudan, en muchas ocasiones a una óptima identificación de todas ellas:

CATEGORÍAS	Ejemplos de variables
Precios	Tasa de inflación, tasa de crecimiento de los salarios, precios de la energía, cambios en los precios de bienes y servicios
Demanda	Población, tasa de crecimiento de la población, tasa de consumo, demanda de formación, tráfico, área, volúmenes de mercado
Costes de inversión	Duración de la construcción, coste horario laboral, productividad horaria, coste del suelo, coste del transporte, coste de las materias primas, distancias de los almacenes
Costes de operación	Precios de los bienes y servicios usados, coste horario del personal, precio de la electricidad, del gas, de otros servicios
Precios de los productos	Tarifas, precio de los procesos de venta, precios de los productos semifabricados
Precios contables	Coefficientes de conversión, valor del tiempo, coste de las hospitalizaciones, de las muertes evitadas, precios sombra de bienes y servicios
Parámetros C-B	Riesgos evitados, área afectada, valores añadidos

Figura 54. Categorías de variables y ejemplos. Fuente: Torres Ortega 2016.0

- **Eliminación de variables dependientes:** Es importante que todas las variables a considerar sean completamente independientes ya que, de no ser así, pueden aparecer distorsiones en los resultados, así como un problema de doble contabilidad. Es por ello por lo que las variables a considerar deberán ser, siempre que se pueda, independientes, y su análisis se realizará de la forma más desagregada posible.

Una opción que es habitual en el modelado de sistemas es eliminar las relaciones internas entre variables, si estas son débiles.

- **Análisis de elasticidad:** La elasticidad marginal es una característica de las variables que influye sobre el ingreso marginal (la variación en los ingresos antes un cambio en la variable). Si, por ejemplo, se varía una variable cuya elasticidad es menor que la unidad, el ingreso marginal suele ser más notado. Ocurre lo contrario si la elasticidad de la variable es mayor que la unidad (elasticidad marginal positiva).

Debido a ello, es recomendable seleccionar aquellas variables con una baja elasticidad marginal, y así el análisis se puede limitar a aquellas que resulten más significantes.

- **Determinación de variables críticas:** Posteriormente, se seleccionarán aquellas variables que se consideran realmente interesantes y merecedoras de analizar. Es recomendable escoger un número pequeño de ellas.

Una vez escogidas las variables a estudiar, modificamos porcentualmente su valor y observamos el cambio en el resultado final del indicador de rentabilidad (el VAN). Existen diversos criterios a adoptar para determinar si una variable ha resultado ser verdaderamente crítica o no, pero como norma general la recomendación es considerar como críticas aquellas variables cuya variación de un 1% respecto a su valor nominal se traduzca en un cambio de al menos un 1% en el VAN. En esta imagen, podemos observar un ejemplo de tres variables críticas y la variación del VAN:

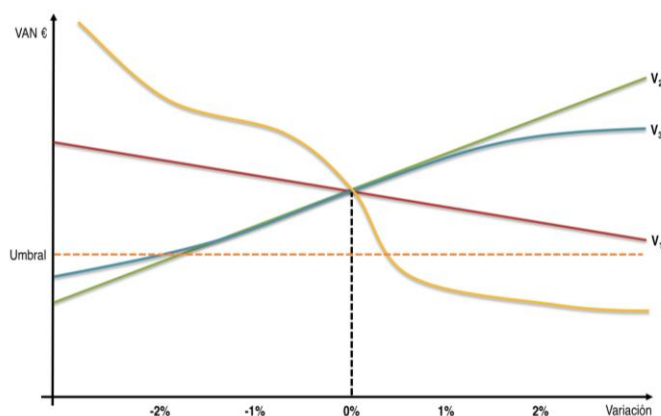


Figura 55. Análisis de sensibilidad con tres variables críticas. Fuente: Torres Ortega 2016.0

El análisis de escenarios es un caso particular del análisis de sensibilidad. En este caso, se escogen un conjunto de variables críticas y, en función de la consideración de casos “optimistas” y “pesimistas”, se agrupan dichas variables y se analiza el impacto combinado de ellas. Lo que se hace es escoger los valores extremos de cada una de las variables atendiendo a su distribución más probable. Finalmente, se calcula el resultado del indicador de rentabilidad para cada uno de los escenarios, igual que anteriormente.

3.2.5 Ejemplos

Afortunadamente hoy en día, el ACB es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de cualquier proyecto con el objetivo de determinar

si el proyecto es deseable desde el punto de vista del bienestar social. Luego podemos concluir diciendo que prácticamente todos los nuevos proyectos se someten a esta metodología.

Por ejemplo, en el sector de los transportes es muy común realizar un estudio de estas características para determinar la viabilidad para la construcción de una nueva carretera o autopista. Se suelen analizar los aspectos financieros (inversión inicial, costes de mantenimiento y beneficios económicos), y los aspectos económicos (tiempo de viaje, costes de operación, ruido, accidentes, contaminación del aire, cambio climático...). En concreto, se han tomado ciertas consideraciones en este trabajo que derivan del Trabajo de Fin de Máster realizado por Gema Zorrilla Martínez, especificado en la Bibliografía (Análisis Coste – Beneficio Medioambiental de alternativas para la mejora de la circulación del tráfico entre Requejada y Suances).

Por otro lado, muchos Análisis Coste-Beneficio Medioambientales se centran en los proyectos de suministro de agua corriente y de agua sanitaria, en la gestión de los residuos, o en la remediación ambiental, protección y prevención de riesgos. En el Manual de Aplicaciones elaborado por la Comisión Europea se encuentra un caso de estudio basado en la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de la Directiva 91/271 / EEC194 en una ciudad de tamaño mediano (375,000 habitantes).

Por último, los proyectos asociados con la generación, distribución y transporte de la energía también se ven sometidos a la herramienta. En este caso, el Manual de Aplicaciones destaca un estudio realizado para determinar la viabilidad de un proyecto dedicado a la sostenibilidad y a la energía segura y competitiva. En concreto, se trata de la construcción de una nueva tubería de transmisión de gas entre los dos nodos de gas de Alpha y Beta.

Por poner un ejemplo reciente y relacionado con las Estaciones de esquí, el Tribunal Superior de Justicia de Castilla y León anuló el plan de la Junta, del Partido Popular, que en 2006 permitió la elaboración de un proyecto para una nueva Estación en las proximidades del Puerto de San Glorio (zona perteneciente a Cantabria y a las provincias Palencia y León, de Castilla y León) pese a ser un espacio protegido.

Tras la elaboración de un ACB, se desestimó el proyecto que ya contaba con inversores. La sentencia admitió que, como señalaban los informes científicos, "era

muy dudosa la viabilidad económica" de la estación "por el cambio climático". Además, grupos ecologistas aportaron informes científicos de la Universidad de León, Salamanca y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que critican el proyecto y en particular el impacto que tendría sobre los osos pardos. Un último criterio para la decisión tomada fue la consideración del crecimiento en los parques naturales como "un objetivo básico, pero no prioritario". La estación contaba con una página web (actualmente eliminada) y la empresa *Tres Provincias S.A.* había realizado los planos topográficos y el diseño del dominio de la estación.



Figura 56. Plano de pistas virtual de la Estación de San Glorio. Fuente: nevasport

4 CASO DE ESTUDIO

Este apartado constituye el grueso del trabajo. En él, se realizará una introducción más extensa sobre la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo, se especificarán las alternativas propuestas y se realizarán todas las fases del Análisis Coste – Beneficio.

A continuación, se realiza un pequeño prólogo describiendo la situación actual en España y Cantabria en relación con los deportes de invierno y las Estaciones de Esquí.

4.1 SITUACIÓN ACTUAL ESPAÑOLA Y CÁNTABRA

Año tras año, las estaciones de esquí y de montaña de nuestros países cierran la temporada mejorando, batiendo récords y creciendo. Ante esta situación, creo que la estación de nuestra región necesita un cambio hacia un futuro prometedor. Siempre está en mente, hacer cambiar de opinión a los esquiadores que optan por acudir a los pirineos antes de probar con nuestra estación. La estación representa el motor económico del valle de Campoo.

A pesar de la imagen de las playas comúnmente asociado con España por parte de los turistas extranjeros, el país está bien clasificado entre las regiones montañosas de Europa (con una altitud media de 650 metros sobre el nivel del mar, el país es incluso el segundo más montañoso de Europa después de Suiza). Tiene una tradición centenaria de esquí, con 32 estaciones de esquí ubicadas en varias partes del país. A los españoles, como a muchos europeos, les encantan los deportes de invierno. Las familias van a esquiar o a hacer snowboard los fines de semana y muchas personas poseen segundas residencias en los municipios colindantes con las Estaciones. En la mayoría de los centros turísticos, el 90% o más de las visitas de esquiadores consiste en esquiadores domésticos, lo que centra las oportunidades de negocio en el mercado nacional.

Una peculiaridad de la temporada de esquí en España, en comparación con otros países europeos, es que generalmente comienza a principios de diciembre debido a la coincidencia del puente del mismo mes. Por lo tanto, la asistencia está bastante bien equilibrada durante los 4 meses completos de la temporada: diciembre a marzo.

En abril la asistencia es baja, cuando las estaciones de esquí empiezan a competir con las playas y el buen tiempo.

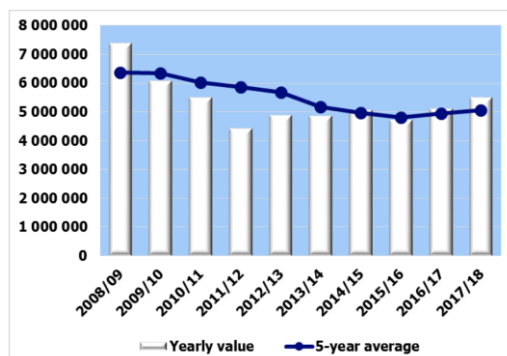


Figura 57. Evolución de la afluencia de esquiadores en Estaciones españolas. Fuente: Informe VANAT 2019

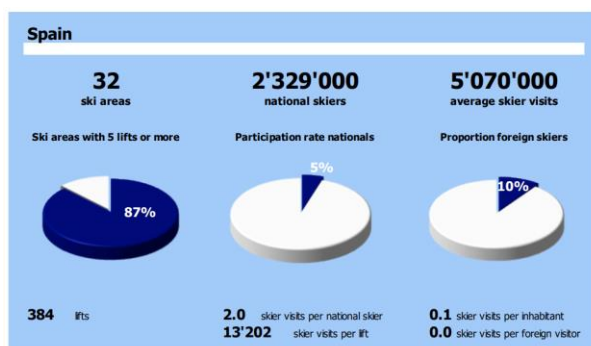


Figura 58. Tipología de Estaciones y visitantes en España. Fuente: Informe VANAT 2019

Los continuos avances en tecnología y, sobre todo, en gestión, apartado en el que todavía seguimos aprendiendo de las grandes estaciones alpinas, están ayudando a recuperar la afluencia anual de esquiadores a las estaciones de esquí españolas los registros del año 2009. Las expectativas depositadas, acompañadas con una situación meteorológica positiva hicieron que en la anterior temporada 2017/2018 se alcanzasen los 5,8 millones de esquiadores (la mejor cifra desde 2008/2009, cuando se alcanzaron los 6,59 millones, justo antes del inicio de la crisis, y superando con creces los 5,4 millones del ejercicio anterior).

Los buenos resultados cosechados en la temporada 2017-2018 no sólo confirman el esperado cambio de tendencia, sino que ganan valor en comparación con las cifras de crecimiento registradas por otros países.

En relación con algunos grandes países europeos del esquí (Italia, España, Francia, Austria y Suiza) el crecimiento de los visitantes en España muestra un excelente comportamiento. Sólo Italia (+9,5%) crece con una tasa superior a la española, como muestra la gráfica.

Además, otros países con gran tradición esquiadora muestran igualmente tasas de crecimiento discretas. Es el caso, por ejemplo, de Austria (+0,8%) o Eslovenia (+0,5%). Andorra, por su parte, presenta un ligero decrecimiento (-5%).

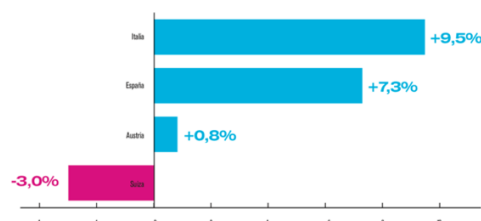


Figura 59. Tasa de crecimiento interanual de Italia, España, Austria y Suiza. Fuente: Informe VANAT 2018.

De las 32 Estaciones españolas de esquí, 7 de ellas se encuentran en la Cordillera Cantábrica. A pesar de no destacar ninguna de ellas como una de las estaciones más visitadas de nuestro país, superando año tras año el medio millón de esquiadores.

Sólo dos sistemas montañosos superan en España la afluencia anual a la Cordillera Cantábrica: los Pirineos, con 18 estaciones y más de 3 millones y medio de visitantes; la Cordillera Penibética, con 2 estaciones (entre las que se encuentra Sierra Nevada) y más de 1 millón de esquiadores cada año.

A pesar de tan sólo representar el 10% del sector, estas estaciones son ideales para familias y fanáticos de las regiones próximas (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Castilla y León).

En concreto, Alto Campoo destaca por su principal afluencia de esquiadores cántabros, además de cada vez más visitantes vascos y castellanoleoneses (principalmente de Palencia y Valladolid).

En general, en Cantabria el turismo nacional continúa representando el 80% de la demanda, lo cual impulsa el negocio turístico de Cantabria. Se suma al turismo internacional, donde captamos parte del extraordinario crecimiento de España (+9,2% en 2017 de visitantes internacionales), aunque en menor medida.

De las grandes tipologías de alojamientos (hotel, camping, rural), el que más aprovecha la recuperación en 2017, es el **turismo rural**, después de ser el que peor comportamiento y niveles de ocupación tuvo en los años de crisis. Nuestra región cuenta con un gran porcentaje de clientes habituales y fieles, que ya conocen el

destino. A esto hay que añadirlo, que los nuevos visitantes optan en gran medida por visitar las instalaciones de CANTUR S.A..

Zona	Pernoctaciones 2016 (suma 100)	Ocupación hotelera
Santander	35,91%	55,08%
Trasmiera	21,43%	48,61%
Costa Central	17,23%	49,66%
Asón-Agüera	5,87%	39,81%
Valles Pasiegos	5,67%	52,27%
Saja-Nansa	5,58%	42,58%
Besaya	3,69%	43,24%
Liébana	3,48%	36,81%
Campoo	1,13%	19,76%

Tabla 8. Distribución de pernoctaciones hoteleras y grado de ocupación por zonas turísticas de Cantabria.

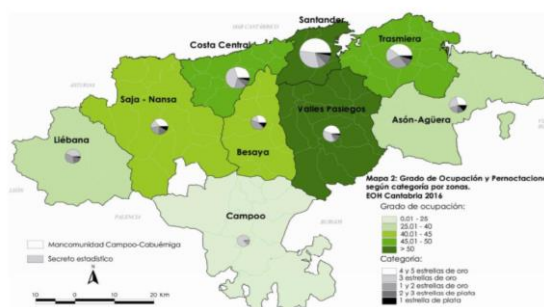


Figura 60. Distribución de pernoctaciones hoteleras y grado de ocupación por zonas turísticas de Cantabria. Fuente: ICANE, encuesta de ocupación hotelera.

La comarca de Campoo se encuentra al final de la tabla, lo que suponen unos datos muy pobres. Claro que hay que destacar, que muchos visitantes se alojan en otras zonas y optan por realizar viajes en el día, y que la Estación, principal motor turístico, tiene una duración limitada a lo largo del año (escasa duración en los últimos años). Es importante, y existe un gran margen de mejora lo que es un desafío, aumentar estos registros.

2014/2015	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
89.229	67.423	87.774	128.000	114.000

Tabla 9. Afluencia anual de la Estación en los últimos años. Fuente: altocampoo.com

En 2018, prácticamente se doblaron los registros del año 2016 y se superaron con éxito los del 2017 gracias a una muy buena temporada y a las numerosas nevadas

(desde el puente de diciembre, hasta las numerosas nevadas a lo largo de todo el mes de marzo). La Estación “recogió los frutos” de la puesta en marcha de las instalaciones de innivación artificial, y empujada también por la meteorología, volvió a batir los registros. Si en el 2017 creció un 30,2 %, en 2018 creció un 45,8%.

Durante la temporada 2017/18 se pudo esquiar 143 días y, durante el último ejercicio las cifras fueron un 30% inferiores (100 días) debido a las pocas nevadas pero, sin embargo, la afluencia solamente disminuyó en un 11%. Luego los resultados de estos dos últimos años son positivos.

A pesar de esta noticia, las cifras son muy cambiantes de un año para otro, sobre todo debido a la tipología cambiante de la meteorología. Se podría inferir que innovación y nuevas tecnologías, ante la incertidumbre de la nieve, es una solución para seguir creciendo. Un cambio sería un primer impulso que mejoraría estos dos aspectos, sin ninguna duda.

En concreto, y para todas sus instalaciones, CANTUR S.A. se propone los siguientes objetivos:

- Fortalecer las acciones de innovación en promoción, ahora que se cuenta con una organización interna consolidada.
- Fortalecer las acciones de captación de turistas internacionales.
- Potenciar la imagen moderna y aspiracional de Cantabria como destino turístico.
- Mantener el esfuerzo para desestacionalizar la llegada de turistas.

Lo que está claro, es que a pesar de que la climatología sea un impedimento en ciertas ocasiones, el turismo en Cantabria crece año tras año, con tasas de crecimiento que, en muchos casos, superan a la media estatal. Con lo cual, estos datos son una medida de esperanza para la Estación.

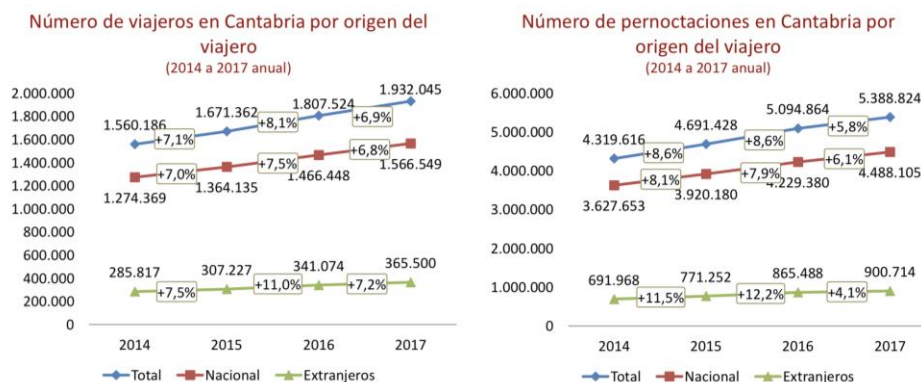


Figura 61. Crecimiento del turismo en Cantabria. Fuente: ICANE

Nº Visitantes a Cantabria en T. Rural por CCAA origen	2015	Incremento 2015-2016	2016	Incremento 2016-2017	2017	Distribución 2017
Madrid	40.003	11,6%	44.641	18,5%	52.898	23,1%
País Vasco	43.264	-1,0%	42.848	5,3%	45.099	19,7%
Castilla y León	22.777	4,6%	23.828	7,5%	25.613	11,2%
Cantabria	12.983	22,1%	15.846	33,4%	21.132	9,2%
Cataluña	13.013	3,5%	13.470	20,0%	16.163	7,1%
Andalucía	6.932	31,9%	9.144	20,8%	11.050	4,8%
Comunitat Valenciana	7.408	5,4%	7.811	24,8%	9.745	4,3%
Galicia	7.438	17,0%	8.700	10,4%	9.608	4,2%
Asturias	8.569	6,6%	9.135	-0,7%	9.076	4,0%
Navarra	5.928	5,6%	6.257	-5,8%	5.896	2,6%
Castilla - La Mancha	3.869	37,5%	5.320	2,3%	5.444	2,4%
Aragón	4.476	-11,0%	3.985	17,3%	4.673	2,0%
Rioja, La	4.435	6,0%	4.702	-9,3%	4.266	1,9%
Murcia	1.520	102,7%	3.082	-3,6%	2.970	1,3%
Canarias	1.372	31,9%	1.810	9,1%	1.974	0,9%
Extremadura	1.313	76,5%	2.318	-17,1%	1.922	0,8%
Baleares	947	29,6%	1.227	24,5%	1.529	0,7%
Total	186.369	9,6%	204.264	12,2%	229.230	100,0%

Figura 62. Turismo rural en Cantabria. Fuente: INE, ICANE

Esta tabla representa el número de visitantes de turismo rural en Cantabria y su procedencia, destacando el continuo incremento de este sector. Una expansión de la Estación podría suponer la aparición de nuevas instalaciones de turismo rural en la comarca, promoviendo a la economía de la zona.

Además, destacamos que entre los intereses de los visitantes de nuestra comunidad y los propios cántabros que realizan salidas por la región, destacan los siguientes según un estudio de la Universidad de Cantabria. El contacto con la naturaleza y la visita a espacios naturales se encuentran entre las principales búsquedas por parte de los visitantes de la región, una ventaja más para la Estación.



Figura 63. Intereses de los turistas de Cantabria. Fuente: UNICAN

4.2 ESTACIÓN DE ESQUÍ Y MONTAÑA ALTO CAMPOO

La Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo es una instalación turística y deportiva en la que se pueden practicar diversos deportes de montaña y de invierno como son el esquí alpino, el snowboard, el esquí de fondo, las raquetas...etc. Como indica el reglamento interno de ATUDEM (Asociación Turística de Estaciones de Esquí y Montaña), una estación de estas características lo conforman el conjunto de remontes, pistas y otras instalaciones complementarias ubicadas en un entorno agreste de montaña.

Está situada en el municipio de Hermandad de Campoo de Suso en Cantabria (España) a lo alto del valle de Campoo, de ahí su nombre. Este municipio se encuentra dentro de una de las diez comarcas administrativas de la Comunidad Autónoma, la de Campóo-Los Valles. Se trata de la comarca más meridional y más extensa de toda Cantabria, abarcando aproximadamente el 20% de la superficie total.

A pesar de ello, en ella sólo vive alrededor del 3,5% de la población alcanzando poco más de 20.000 habitantes ya que ha sido una de las comarcas que más despoblamiento y desindustrialización ha sufrido, si no se tiene en cuenta el caso de la capital, Reinosa y su municipio colindante, Matamorosa, además de Mataporquera. En estas localidades se concentran fábricas como Sidenor o Cuétara.

A lo largo de sus 11 municipios se respira un ambiente rural, por lo general. Se trata de una comarca cuya cota más baja se encuentra a 560 msnm, en la localidad de Pesquera, y cuya cota más alta alcanza los 2225 msnm, en la cima del pico Cuchillón, próximo a una de las pistas más antiguas y populares de la estación que hereda su nombre.

Ante esta despoblación que ha sufrido la comarca, se puede asegurar que la estación de esquí constituye uno de los principales motores económicos de la región. Cuenta con un hotel en el pueblo de Brañavieja de tres estrellas y un total de 68 habitaciones ofertadas. Además, en el área de influencia de la estación existe un total de 2.301 camas disponibles para el alojamiento. Destacan las casas rurales y los restaurantes en paraderos excepcionales como el Castillo de Argüeso, fortificación medieval declarado bien de interés cultural en el año 1983.

A pesar del abandono general, que se está produciendo, de la agricultura y la ganadería en las zonas rurales, en la hermandad de Campoo de Suso el sector primario supone la ocupación de un 30% de sus habitantes. Pese a los importantes cambios que se han producido en la ganadería durante los últimos años, el territorio sigue manteniendo su identidad que está definida por los usos tradicionales, que han contribuido a modelar el paisaje y los ecosistemas que encontramos en la actualidad.

Durante las dos últimas décadas, el sector terciario ha experimentado un crecimiento importante, ocupando actualmente a más del 40% de la población residente. Las dos fuentes de ingreso principales en la hermandad de Campoo de Suso están estrictamente relacionadas con el turismo y son: la Estación de Esquí y Montaña de Alto Campoo y el nacimiento del Ebro, en la localidad de Fontibre. Alto Campoo se sitúa como una Estación de tamaño pequeño-medio a nivel nacional, constituyendo una de las referencias de esquí de la Cordillera Cantábrica y resto de la península, si se excluyen las estaciones de Los Pirineos y Sierra Nevada. Los ingresos generados por venta de forfaits han sido hasta la fecha variables dependiendo de la climatología de cada temporada.

Se considera, como ya se ha comentado, como una estación con un grado de modernidad bajo (Plan Director de Alto Campoo, 2012), si bien, a partir de la puesta en marcha del nuevo sistema de innivación artificial, se ha iniciado un camino hacia la renovación y mejora de sus instalaciones.

La región de Campoo no presenta ningún tipo de tradición minera comparable a las comarcas vecinas, y no presenta indicios de explotaciones de especial interés. A pesar de ello, existe constancia de un desarrollo minero a pequeña escala que sí contribuyó a la economía de las poblaciones locales, generalmente a través de pequeñas explotaciones a cielo abierto.



Figura 64. Imagen desde satélite. Fuente: wikiwand.com

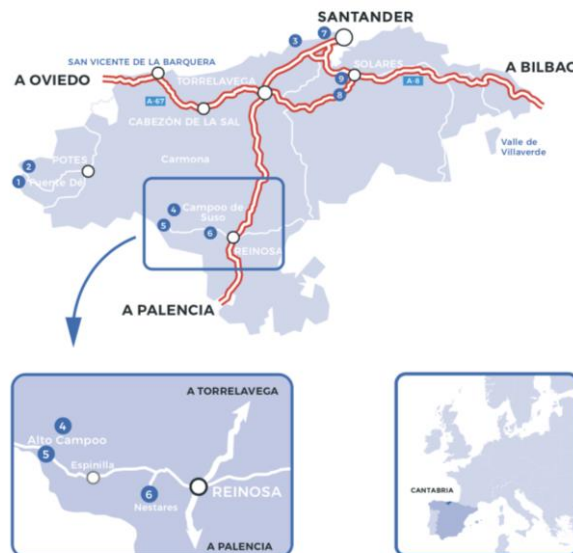


Figura 65. Ubicación de Alto Campoo. Fuente: altocampoo.com

4.2.1 Historia de la Estación

A finales del siglo XIX comienza la historia de la práctica de los deportes de invierno en la zona, imitando el modelo alpino, por los santanderinos y campurrianos (habitantes de la comarca). En el año 1958 se comienza a utilizar el refugio del Club Alpino Tajahierro ubicado en la localidad de Brañavieja. No sería hasta el año 1965 (aunque la inauguración de la estación consta del año 1966), cuando se pone en marcha el primer telesquí, el de “El Tubo” (García, 1985: 251). El propio autor aporta datos sobre la afluencia anual de esquiadores entre los años 1972 y 1983: 20.000 en 1973, 77.000 en 1974, 138.000 en 1975, 600.000 en 1976, 16.700 en 1977, 149.000

en 1978, 93.500 en 1979, 186.000 en 1980, 214.300 en 1981, 378.000 en 1982 y 567.100 en 1983. Estas oscilaciones se atribuyen a la mayor o menor abundancia de nieve, dificultades para el acceso, o a los cambios económicos.



Figura 66. Placa en el refugio del C.A. Tajahierro. Fuente: Elaboración propia

Para el año 1985, la estación estaba conformada por 4 telesillas y 6 telesquíes. Las pistas constituían un área esquiable de unas 600 hectáreas y, en ellas, se podían practicar diferentes modalidades de los deportes de invierno como el esquí alpino, el esquí nórdico...etc. Existía un gran sistema de balizamiento y una flota de máquinas pisapistas que garantizaban el buen estado de la nieve en las pistas.

En 1996 esta era la valoración de Arturo Queimadelos: “desde el año de su fundación en 1966, el esfuerzo inversor, la mejora de sus dotaciones, la instalación de cañones de nieve artificial y la remodelación de las pistas han hecho de Alto Campoo el mejor enclave turístico de la comarca, tanto en invierno como en verano, dirigido al disfrute de un amplio abanico de posibilidades”. Alto Campoo ya contaba con 17 Km de pistas esquiables a las que se accedía a través de 9 remontes mecánicos (5 telesquíes y 4 telesillas). El entorno ya contaba con los servicios de alquiler del equipamiento necesario para la práctica del esquí, guardería y una gran variedad de alojamientos.

A partir de este momento, se comenzó a contemplar la idea de explotar el entorno como un magnífico escenario para el disfrute de la naturaleza (los extensos bosques de haya y roble, la biodiversidad de la Reserva Nacional del Saja Valderredible y Valdeolea) y para la práctica de diversos deportes: senderismo, escalada, deportes acuáticos en el pantano del Ebro o los propios deportes de invierno y de montaña. En la estación se contaba con tres áreas de servicios: (con cafeterías, aparcamientos, albergues, apartamentos...) Brañavieja, Calgosa y El Chivo.

Cuando se entraba en el nuevo milenio, este “resort” contaba con unos 20 km esquiables repartidos en 16 pistas: 4 verdes (para esquiadores debutantes), 5 azules (nivel medio) y 7 rojas (difíciles) a las que se accedía gracias a cinco telesillas y ocho telesquíes con una extraordinaria capacidad aproximada de 12.000 personas/hora. La estación disponía de 3 km de nieve artificial con 80 cañones, dos escuelas de esquí, tres tiendas de alquiler de esquís, tres máquinas pisapistas, tres motonieves, servicio médico, servicio de evacuación, parque infantil, restaurantes, cafeterías, aparcamiento con 2.500 plazas a pie de pista, etc. Además, los alojamientos eran abundantes.

Es importante destacar que la instalación de cañones de nieve no llegó a ser rentable. Se instalaron en 1989 y no se pudieron aprovechar al máximo debido a la ausencia de heladas y de bajas temperaturas (como es obvio, los cañones producen nieve a temperaturas negativas, dos o tres grados bajo cero es la temperatura ideal), y por la elevada humedad ambiental (en torno al 85% por la proximidad a la costa y al pantano del Ebro, cuando lo óptimo es que la nieve sea lo más seca posible para su mayor aguante). Durante la temporada 2000-2001, no llegaron a funcionar y debido a su falta de mantenimiento, deterioro y su nefasto rendimiento (en muchas ocasiones, a la hora de su conexión se cortaba el suministro de muchas localidades del valle), se optó por su eliminación. En esta temporada, la afluencia de visitantes se vió bastante afectada.

Durante los años posteriores, se invirtió en un nuevo remonte con una capacidad de 1000 personas/hora, en una nueva máquina pisapistas y en la mejora de los accesos. En 2003, se contaba con 13 remontes y 21 pistas con 27'8 km esquiables.

Las últimas mejoras sustanciales datan del año 2005. A partir de ese momento, la estación estaba conformada por 23 pistas (4 verdes, 9 azules y 10 rojas) y un total de 27'775 km esquiables, con 5 telesillas y 8 telesquíes con capacidad para 13.100 personas/ hora, posibilidad de paseo turístico en telesillas de Río Hija y Pidruecos y una gama de servicios que se ha ampliado con un nuevo edificio a pié de pistas que incluye cafeterías, tiendas, zona infantil, taquillas, etc. Se incorporó una nueva pista azul (La Cabaña), se ensancharon las pistas azules y rojas, se realizó una mejora en el asfaltado de aparcamientos y de la carretera La Lomba-Calgosa, además de un

soterramiento de líneas eléctricas entre 1640 y 1850 m de altura. Se añadieron una nueva máquina pisapistas con cabestrante y una moto de nieve a la flota.

En la temporada 2016-2017 se implanta, tras 25 años de trámites, el tan ansiado proyecto de innivación artificial que venía persiguiendo Brañavieja, de la mano de la empresa *Technoalpin*, centralizada en Italia. Actualmente son 87 cañones de nieve que cubren un total de 9 pistas (casi 11 Km esquiables). Como comenta el director de la estación Joan Anton Font: *“Con los cañones de nieve hemos pasado a otra división”; “a una temperatura de tres grados bajo cero, temperatura marginal de fabricación, en 50 horas tenemos toda la estación con nieve. Si hace una temperatura de cinco grados bajo cero húmedos, en 35 horas tendríamos la estación en marcha”*. Además, se incluye un nuevo remonte mecánico, una cinta transportadora de 50 metros, con lo que la estación alcanza una capacidad de 13.900 personas/hora.

La Estación se encuentra a unos 24 Km de Reinosa, siendo el trayecto de aproximadamente media hora a través de la Carretera Nacional CA-183, la cual no da mucha sensación de carretera de montaña haciendo el viaje relativamente sencillo y ameno.

4.2.2 Características generales de la Estación

Si se plantea la ubicación de la Estación teniendo en cuenta el tiempo del trayecto en coche desde ciudades importantes:

Ciudad Destacada	Distancia a la Estación (Km)	Tiempo Estimado
Santander	90	1h15min
Bilbao	190	2h07min
León	220	2h15min
Valladolid	202	2h
Madrid	330	4h

Tabla 10. Distancias entre grandes ciudades y la Estación. Fuente: Elaboración propia

Se trata de una ubicación bastante accesible. Esto permite que la afluencia de público sea bastante satisfactoria para los intereses de la empresa que lleva la Estación. Se trata de la empresa pública *Sociedad Regional Cántabra de Promoción Turística S.A.*, más conocida como **CANTUR S.A.** o simplemente CANTUR.

CANTUR, además de la estación, es propiedad de otras instalaciones turísticas:

- Hotel La Corza Blanca, situado en la localidad de Brañavieja, a escasos metros de pie de pistas de la Estación de Esquí y Montaña.
- Golf Nestares, en el municipio de Nestares, también perteneciente a la comarca de Campóo-Los Valles.
- Golf Abra del Pas, en la pequeña localidad de Mogro.
- Parque de la Naturaleza de Cabárceno. La “joya de la corona” de la empresa, superando el medio millón de visitantes cada año.
- Teleférico de Fuente Dé. Gran transportador por cable ubicado en pleno corazón de los Picos de Europa.
- Museo Marítimo del Cantábrico, dedicado en especial a la biología marina y situado en la ciudad de Santander.
- Hotel Áliva, ubicado en la cota superior del Teleférico de Fuente Dé.

Supone un lugar muy especial para aquellos que quieren disfrutar de la nieve por primera vez, incluso con espacios para disfrutar complementando a las propias pistas, y para aquellos que tienen gran experiencia en los deportes de montaña invernales. En definitiva, se trata de una estación donde los amantes de la nieve encontrarán pistas para todos los niveles.

El entorno es de gran belleza y disparidad, protegido por los picos Tres Mares, Cuchillón y Cornón. Desde el Tres Mares se puede apreciar la costa Cántabra y el Mar Cantábrico, y desde prácticamente todas las cotas altas de la estación se puede observar el valle de Campóo y el embalse del Ebro, además de las tierras palentinas al otro lado de la vertiente de los picos de la Estación.

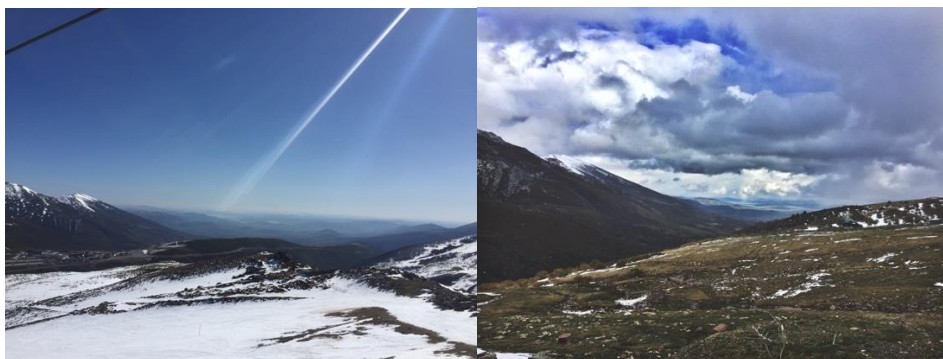


Figura 67. Vistas del valle de Campoo desde la Estación y Figura 68. desde Brañavieja. Fuente: Elaboración propia.

desde la puesta en marcha de los cañones debido a la falta de concesiones por parte de la estación.

La innivación artificial es una de las últimas tecnologías que ha aparecido en el mundo de las estaciones de esquí, siendo un requisito fundamental por parte de las organizaciones internacionales para la organización de cualquier evento deportivo. Con lo cual, su importancia y reconocimiento es elevada.



Figura 70. Pista ubicada en las cotas bajas de la Estación mantenida gracias a los cañones. Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se puede observar como, a pesar de las insuficientes nevadas y las sorprendentes temperaturas experimentadas durante el mes de febrero de la temporada 2018/2019, el sistema de innivación artificial es capaz de asegurar la nieve en las pistas de las cotas bajas de la estación. En este caso, se aprecia la pista *Río Híjar 1 INF* rodeada de terreno descubierto por completo.

Alto Campoo, por tanto, se puede considerar una estación para la práctica del esquí acogedora y de carácter familiar donde todas las pistas se concentran en un mismo sector formando un largo “abanico”.

Si se atiende a otra magnitud denominada el *momento de potencia (MP)*, definida por la agencia de desarrollo turístico francesa (*ODIT France*), la cual hace referencia al producto del rendimiento de los remontes mecánicos de la estación por su desnivel. Es decir, mide la capacidad de hacer ganar altura a los pasajeros. Se mide en Km (de ascenso) por esquiadores por hora. Se define, por tanto, como el producto de la capacidad de esquiadores cada hora de todos los remontes de una estación invernal por el desnivel acumulado de todos ellos. En función de los resultados se distinguen:

- Estaciones Pequeñas: Inferior a 2.500 Km-Esqs/h de MP acumulado.
- Estaciones Medianas: 2.500 – 6.000 Km-Esqs/h de MP acumulado.
- Estaciones Grandes: 6.000 – 15.000 Km-Esqs/h de MP acumulado.
- Estaciones Muy Grandes: superior a 15.000 Km-Esqs/h de MP acumulado.

En el caso de Alto Campoo, con 2.461,7 Km-Esqs/h de MP acumulado, se clasifica dentro de las estaciones pequeñas, siendo la más “grande” de este tipo de estaciones de España y, sobre todo, la estación con mayor momento de potencia de la Cordillera Cantábrica (si omitimos la posible unión entre las estaciones *Fuentes de Invierno* y *San Isidro* que se encuentra en proceso).

4.2.3 Motivación del proyecto

A raíz de estas estadísticas, nace la idea de la posibilidad de aumentar el tamaño de la estación: crecería el momento de potencia y la estación entraría dentro del catálogo de estaciones medianas al nivel de las situadas en los Pirineos como *Boi-Taüll* o *Astún*, aumentaría la oferta de kilómetros esquiables, se reducirían las colas en las estaciones de embarque, se contribuiría al desarrollo sostenible con la introducción de tecnología moderna que promueve la eficiencia y la innovación.

Del mismo modo, como se verá en la propuesta de las distintas alternativas, en todas ellas se introduciría una pista negra (nivel muy difícil). Al no constar la Estación de ninguna pista de este tipo, este hecho sería un atractivo más para la estación acompañada con el incremento considerable de la oferta esquiable comentada. El disfrute y la satisfacción de los esquiadores es el principal objetivo de este proyecto.

Con el crecimiento de la Estación, se espera que definitivamente se consolide como el principal motor económico de la comarca, desbancando a la fábrica reinosana de Sidenor como principal fuente de ingresos.

Uno de los mandamientos básicos de este proyecto se centra en el máximo respeto con el medioambiente y el entorno. Durante los últimos años, la empresa CANTUR S.A. viene considerando como aspecto crucial de su actividad, la mejora continua de la sostenibilidad ambiental de sus instalaciones, sabiendo además que buena parte de ellas (las más populares) están ubicadas en zonas de alto valor ambiental, como es el caso de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo.

CANTUR S.A. nació como una empresa pública con un objeto social claro que es el desarrollo y mantenimiento de la actividad económica y turística de zonas deprimidas y con escasos recursos de la Comunidad Autónoma de Cantabria. Con el paso del tiempo, la presencia de las instalaciones de CANTUR S.A. en estos lugares, ha contribuido a una importante mejora de las expectativas de desarrollo económico y al mantenimiento de la población rural de estas comarcas, constituyendo hoy en día lugares emblemáticos de la región y notables focos de atracción turística a nivel internacional.

Algunas de estas instalaciones, situadas como se ha indicado en zonas de alto valor ambiental, constituyeron en su momento hitos de gran relevancia en la historia moderna de Cantabria, por la pericia técnica de los proyectos que se llevaron a cabo y por su singularidad. Buenos ejemplos de ello son el Teleférico de Fuente Dé, el Parque de la Naturaleza de Cabárceno y la Estación de Esquí-Montaña de Alto Campoo.

Sin embargo, en la actualidad, CANTUR S.A. ha tomado consciencia de que la incorporación de dichas instalaciones turísticas en el medio natural, ocasionó en el pasado daños, consecuencia de una deficiente gestión ambiental de las obras y proyectos. Algo, por otro lado, común a las obras y proyectos ejecutados por el ser humano en aquellos años.

Durante la realización del proyecto se estudiarán y se plantearán las posibilidades más respetuosas con el medioambiente, y que además incorporen características como la eficiencia, el rendimiento o la funcionabilidad entre otras.



Figura 71. Impacto visual que dejan los restos de la antigua pista “La Tabla”. Fuente: Elaboración propia

Se destacan estas otras propiedades, ya que son de suma importancia. La Estación, a diferencia de otras (sobre todo, de los grandes resorts de los Alpes), no goza de grandes y largas pistas. La sensación generalizada es la de que los trayectos de bajada de las pistas son relativamente rápidos en comparación con las subidas en los remontes. Luego, la rentabilidad del terreno esquiable y el rendimiento de los remontes son puntos clave para tener en cuenta.

4.3 EL ENTORNO Y SUS CARACTERÍSTICAS

4.3.1 Climatología

La comarca de Campoo se encuentra en una zona de transición entre el clima oceánico y el mediterráneo continental de la Península ibérica. Encajaría dentro del clima denominado oceánico de transición, con algunos componentes de clima de montaña debido a la altitud de la comarca.

Su clima es bastante más frío que en la Cantabria costera y ligeramente húmedo. En realidad, se trata de una mezcla de dos, al estar por un lado influido por el clima continental, al estar abierto a la meseta castellana, y por otro influido por el oceánico, suavizado éste por las sierras de Isar y la cordillera Cantábrica. Esta transición climática se manifiesta por inviernos muy fríos con frecuentes nevadas y heladas nocturnas entre noviembre y abril y veranos medianamente calurosos durante el día y frescos por la noche.

Con Reinosa como zona fronteriza en el centro del valle de Campoo, se puede encontrar una zona más mediterránea, que comprendería los valles del sur como Valderredible y Valdeolea y una zona claramente oceánica hacia el norte en Pesquera, ya río Besaya abajo.

En cuanto a las precipitaciones, aunque son elevadas, son bastante menores que en la costa de Cantabria. En invierno suelen ser en forma de nieve o de aguanieve en el caso de que la temperatura no sea lo suficientemente baja. Las precipitaciones son mucho más elevadas en las zonas altas que en las zonas de valle de Campoo, tratándose de una zona de acumulación de montañas.

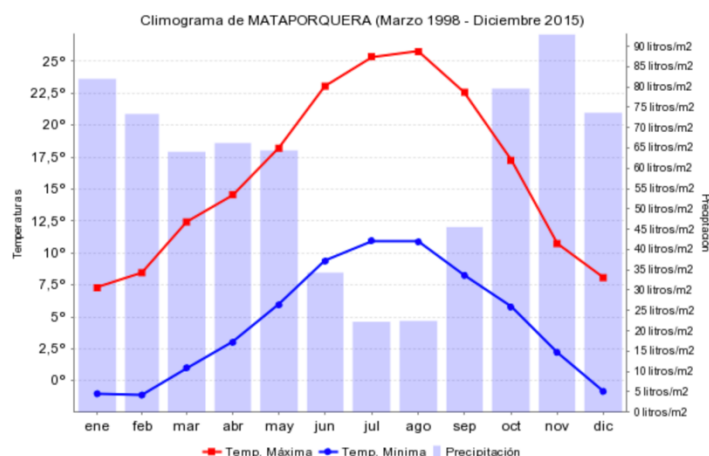


Figura 72. Temperaturas medias y precipitación recogidas en Mataporquera. Fuente: aemet.com

La estación tiene orientación noreste y notable influencia de los vientos del sur. Se trata de una zona montañosa en la que las temperaturas presentan fuertes contrastes estacionales, predominando largos y duros inviernos (llegándose a alcanzar valores cercanos a los -15°C). La precipitación media anual es de 1000 mm y el índice de termicidad se corresponde con el termotipo montañoso medio y alto.

4.3.2 Fauna y vegetación

La Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo está enclavada en el fondo del valle que delimitan las sierras del río Cordel y del río Híjar, conformando un área de montaña que alberga ecosistemas y comunidades vegetales de gran interés por su rareza, grado de endemidad y vulnerabilidad.

No obstante, esta diversidad ha llevado a la declaración de varias áreas protegidas en la zona, al amparo de la Red Natura 2000 (en adelante RN2000), la Red Europea de espacios protegidos de las Directivas Hábitats y Aves (LIC, Lugar de Importancia Comunitaria y ZEPA, Zona de Especial Protección para las Aves).

En concreto, en las zonas más cercanas a la Estación se han declarado:

- LIC Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campoo.
- ZEPA Sierra de Híjar.
- ZEPA Sierra del Cordel y cabeceras del Nansa y del Saja.

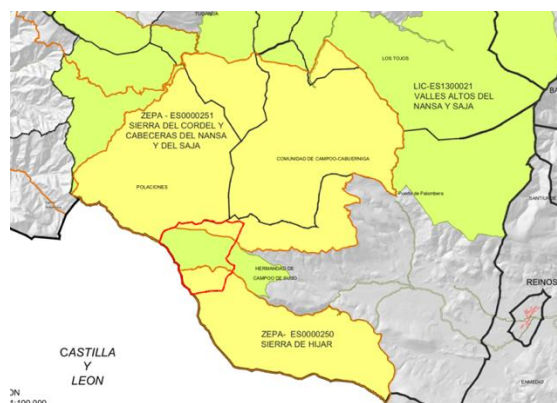


Figura 73. Área de actuación del proyecto Life+Econnect (marcada en rojo). Fuente: altocampoo.com

En cuanto a la vegetación, destacan los extensos y caducifolios bosques de roble, haya, abedul y acebo, además de los pastizales de alta montaña, matorrales subalpinos, serbales...etc. También existen, en menor medida, distintas especies vegetales de media y alta montaña. En general, estas áreas se han visto sometidas a diversos impactos antrópicos asociados al pastoreo y al turismo de montaña (circulación de vehículos, sobreuso, instalaciones de la Estación de Esquí, etc.).

La presencia de la Estación ocasionó en el momento de su implantación una degradación general de la zona, con reducción de la diversidad de especies provocada en su mayor parte por la destrucción de la vegetación, compactación y pérdida de suelo, factores que impiden la recolonización de estas zonas por la vegetación original. No obstante, durante los últimos años puede observarse una progresiva recuperación e la cobertura vegetal preexistente, motivado fundamentalmente por los trabajos coordinados entre CANTUR S.A., la Consejería de Medio Ambiente y la organización SEO/BirdLife, de numerosas plantaciones e hidrosiembras, así como la recuperación de taludes degradados.



Figura 74. Abedular que cubre las laderas de Cotomañinos. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la fauna del lugar, destaca la diversidad de especies abundantes en Alto Campoo y sus alrededores: pequeños roedores como la marta o la nutria, los grupos de corzos, zorros, caballos y vacas (ganadería), etc. Es relevante la presencia de dos tipos de aves: la perdiz pardilla y el aguilucho pálido, estando éstas estrechamente relacionadas con los hábitats mayoritarios presentes en la zona y cuyas tendencias poblacionales a nivel nacional indican cierto descenso en sus poblaciones.

Las estribaciones están recubiertas de frondosos bosques de roble y son el refugio de una rica fauna. En ellos habitan el jabalí, el ciervo y el corzo. Ocasionalmente rebecos, lobos y algún urogallo



Figura 75. Grupo de corzos en la ribera del río Híjar. Fuente: Elaboración propia

4.4 ALTERNATIVAS

En el presente apartado se realizará una descripción detallada de las distintas alternativas a considerar para tratar de alcanzar los objetivos del estudio. El desarrollo de cada una de dichas alternativas daría lugar a una serie de impactos, como proyectos de gran calibre que son considerados, que han de ser valorados y evaluados mediante la herramienta del Análisis Coste – Beneficio Medioambiental.

Se analizarán todos los impactos relacionados con cada una de las alternativas, y se reducirá a un indicador común, el Valor Actual Neto (VAN). De este modo, podremos comparar entre las distintas soluciones, lo que nos permitirá dar un importante paso hacia la decisión final. Como ya se ha comentado, los resultados finales y el análisis

- Longitud horizontal (m): 833,55.
- Cota de salida (m): 1790.
- Cota de llegada (m): 2110.
- Desnivel (m): 320.
- Pendiente media: 34%.
- Longitud de la pista principal a la que daría acceso (m): 1.300.
- Amplitud del dominio esquiable (ha): 88.



Figura 77. Imagen del Pico Cornón y de la amplitud de su área esquiable. Fuente: altocampoo.com

4.4.2 Alternativa 2. Pico Cornón 2: T.S. “El Cornón” + Innivación artificial

Como se ha detallado, esta ladera que actualmente no es esquiable tiene una orientación tal que el Sol incide sobre ella de forma perpendicular durante gran parte del día. De este modo, en los días soleados y de altas temperaturas, es la cara donde la nieve se ve más perjudicada (la transformación de la nieve es más rápida), sobre todo aquellas temporadas donde las nevadas no han destacado por su abundancia. Con esta idea, además de lo anteriormente pensado añadiríamos al proyecto cañones de innivación artificial para abastecer ciertas zonas de las pistas proyectadas. Obviamente, el presupuesto del proyecto crecería sustancialmente.



Figura 78. Pico Cornón visto desde la pista "Los Asnos". Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Alternativa 3. Pico Cuchillón 1: Nuevo T.S. "Cuchillón"

Esta alternativa se centra en la idea de aumentar la capacidad de la estación, contribuyendo positivamente sobre el camino que desde la dirección de la Estación se ha comenzado hacia la sostenibilidad y el respeto con el medioambiente y el entorno.

Actualmente, las pistas Stadium y Cuchillón están abastecidas por un Telesilla fijo de dos plazas claramente antiguo (uno de los más longevos de nuestro país) y deteriorado, además de lento; las pistas El Castro I y II están abastecidas por un Telesquí individual, causándose muchas colas para poder cogerlo.

Dicho esto, no existe ninguna forma que no sea mediante la travesía para acceder a la parte alta del pico Cuchillón (el más alto de la estación con 2222 metros de altitud sobre el nivel del mar). Desde esta zona, se podría acceder a las cuatro pistas anteriormente citadas (es cierto que se requeriría de una pequeña obra de adecuación del terreno y movimiento de tierras para poder acceder cómodamente a través de una ruta balizada a las pistas El Castro I y II). Además, se podría habilitar un gran tramo de la ladera del pico que no es esquiable en la actualidad.

Esta alternativa también acepta la posibilidad de acceder a la antigua pista Las Hoyas, mediante otra pequeña modificación del terreno. La pista Las Hoyas, la cual contaba con un Telesquí propio, dejó de funcionar tras la apertura de la balsa de agua que abastece al sistema de innivación artificial de la estación, que supuso el cierre de dicho Telesquí.

Hay que destacar que la orientación de todas estas laderas es la opuesta a las del pico Cornón, por lo que la conservación de la nieve es notablemente superior. Este proyecto, implicaría al menos la eliminación del Telesilla Cuchillón y la posibilidad de mantener el Telesquí El Castro.

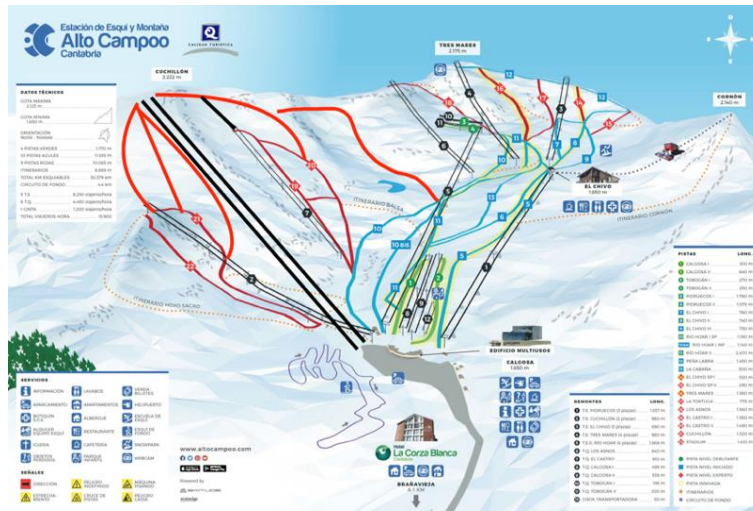


Figura 79. Las nuevas pistas proyectadas. Fuente: Elaboración propia

Es necesario destacar la complejidad de la construcción del telesilla. La salida del actual telesilla (T.S. Cuchillón) es muy peculiar. Se puede acceder desde el aparcamiento de la estación, donde se encuentra la antigua estación motriz del remonte. El cable pasa por encima de la ribera del Río Híjar que abandona la estación atravesando un hundimiento en el terreno cuya vista transversal tiene forma de “V” el cual no es esquiable.

Una vez se deja atrás esta zona, hay una estación intermedia en la cual los esquiadores que ya han bajado por la pista pueden volver a subir a la silla y alcanzar de nuevo la estación de retorno. Este segundo punto de acceso se puede alcanzar si se esquía por la pista *Río Híjar 1 SP*. La desventaja de esta ubicación es que técnicamente no está conectada con la estación motriz del T.S.D. Río Híjar (el cual nos permite conectar con el resto de las pistas de la estación). La mecánica habitual es la siguiente: Los esquiadores que optan por el primer acceso toman una silla y dejan otra libre para los esquiadores que esperan en el segundo acceso, repitiéndose así la secuencia.



Figura 80. y Figura 81. Accesos a la instalación y el cauce del río Híjar. Fuente: google.com/maps (1), Elaboración propia (2)

Luego el dilema está en todo lo alto. Las opciones que se contemplan son las siguientes: En primer lugar, olvidarse de la traza que sigue el antiguo telesilla y de sus pilonas, y crear una nueva ruta en línea recta desde el punto de inicio actual (junto al aparcamiento de coches) hasta las cotas más altas del pico Cuchillón. Mediante esta solución, sería necesaria la construcción de un puente metálico que sería convenientemente innivado para que los esquiadores pueden salvar el surco del río Híjar y llegar de vuelta a la estación motriz. Sería una apuesta interesante e innovadora, pero es necesario tener en cuenta que el impacto ambiental de una nueva traza de pilonas y, sobre todo, de un puente metálico esquiable es realmente considerable. Además, se continua con el problema sobre las dificultades de acceso al resto de puntos de la estación (desde el aparcamiento es necesario quitarse los esquís para subir una pequeña colina hacia el T.S.D. Río Híjar.

Si no es así, la otra opción sería construir un telesilla con una traza en la que existiese una ligera desviación (proyecto de gran calibre). Los dos puntos de acceso actuales permanecerían, pero desde el segundo acceso, la traza del telesilla realizaría un pequeño ángulo de giro para alcanzar lo más alto del pico Cuchillón. Un ejemplo de estas características (primera experiencia de este tipo de instalaciones en España) es el *Telesilla Dílar* en la estación de Sierra Nevada, que se construyó de este modo para evitar la intrusión en el Parque Nacional de Sierra Nevada. El presupuesto de este proyecto sería mucho mayor.

4.4.4 Alternativa 4. Pico Cuchillón 2: Nuevo T.S. “Cuchillón” + Nuevo T.Q. “Nuevapista”

Esta alternativa es bastante ambiciosa en cuanto al requerimiento abusivo de capital. Se basaría en realizar la última medida comentada anteriormente, pero además

proyectando un nuevo Telesquí. La nueva ladera anteriormente comentada del pico Cuchillón podría ser aprovechada de manera aún más completa, pero requeriría de un telesquí para acceder a la parte alta del pico, ya que la proyección de esta nueva pista se desvía de la actual pista *El Cuchillón*, y desde allí poder bajar de nuevo la pista. Un telesquí sería la solución ideal.



Figura 82. Actual telesilla, pistas y pico Cuchillón. Fuente: Elaboración propia.

Como se demuestra, las dos primeras alternativas están orientadas al aumento del número de pistas y de Km esquiables de la estación. Mientras que las dos últimas, se centran en la idea de la mejora y renovación de las instalaciones actuales. Mediante todas ellas se desea el aumento de la capacidad y del momento de potencia de la Estación.

Remonte	Desnivel (m)	Longitud (m)	Capacidad (viajeros/h)	Tiempo viaje (min)	MP (Km- Esqs/h)
T.S.D Río Híjar	235	1.684	2.400	5,6	564,0
T.S. Tres Mares	284	980	2.000	7,1	568,0
T.S. Pidruecos	198	1.351	1.800	9,0	356,4
T.S. El Chivo	204	878	1.350	5,9	275,4
T.S. Cuchillón	242	983	700	8,2	169,4
T.Q. Los Asnos	265	813	720	4,5	190,8
T.Q. El Castro	287	928	720	5,2	206,6
T.Q. Calgosa I	47	494	670	5,5	31,5
T.Q. Calgosa II	50	537	600	6,0	30,0
T.Q. Tobogán I	27	193	720	1,6	19,4
T.Q. Tobogán II	38	218	720	1,8	27,4
C.T. Calgosa II	19	180	1.200	6,0	22,8

Tabla 11. Características de los remontes de Alto Campoo. Fuente: nevasport.com

4.5 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

En este apartado, se determinarán de manera breve las consideraciones expuestas en el apartado 3.2. Es decir, se utilizará la herramienta del Análisis Coste – Beneficio para evaluar la viabilidad de las alternativas de ampliación de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo.

Entre los aspectos principales que se expondrán destacan los parámetros básicos del proyecto (véase: tasa de descuento, año de referencia y horizonte temporal) y todos los impactos (ingresos, costes) generados por el mismo, los cuales deberán ser evaluados y monetizados debidamente.

4.5.1 Identificación del proyecto

Esta etapa supone el primer paso que llevar a cabo en la realización de un Análisis Coste – Beneficio. Tiene como objetivo la descripción del mismo, así como la asignación de recursos necesarios para su ejecución: económicos, materiales, mano de obra y maquinaria, entre otros.

Para la realización del presente trabajo se ha tomado como referencia, los pliegos de prescripciones administrativas y técnicas de algunos proyectos que la empresa CANTUR S.A. ha llevado a concurso público (teleférico del Parque de Cabárceno y teleférico Mirador del Pas). Dichos documentos aportan suficiente información sobre el proyecto constructivo, la descripción de las obras, planificación de la ejecución, presupuestos, etc. A pesar de ello, la naturaleza específica de nuestro caso de estudio no es exactamente la misma, luego muchas otras consideraciones se han estimado en base a la experiencia existente hasta el momento en actuaciones similares y al sentido común.

4.5.2 Definición de los parámetros básicos

La etapa actual es considerada por muchos autores como una de las más importantes y determinantes dentro de la metodología del ACB. El valor de estos afectará en gran medida en los resultados finales. Se han determinado los siguientes parámetros para el presente proyecto, siguiendo las directrices establecidas en la guía “**Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects**” emitida por la Unión Europea y que

establece las principales consideraciones en proyectos ambientales. La última versión de esta guía es del año 2014 y válida hasta 2020.

- Año de referencia: 2020.
- Horizonte temporal: 30 años.
- Tasa de descuento: 4%.

Una vez finalizada la temporada 2018/2019 el día 22 de abril, se considera que las obras de construcción del proyecto podrían comenzar una vez se compartan las conclusiones y se haya hecho balance, durante el verano. Siguiendo con la dinámica de los últimos años, la temporada de esquí no se inicia hasta el mes de enero, por lo que se estima que las instalaciones se pondrán en funcionamiento una vez haya entrado el año 2020.

En cuanto al horizonte temporal del proyecto, como se comentó en los apartados de la metodología económica, dentro de la guía de la Comisión Europea se establecen unas referencias en función de la naturaleza del mismo. Aunque el caso de estudio se trate de un proyecto industrial, el medioambiente es un agente completamente determinante, luego en lugar de 10 años se considerarán 30 años como necesarios para evaluar todos los impactos (2020-2050).

Finalmente se opta por utilizar una tasa de descuento constante del 4%. Para llegar a la determinación de este parámetro se han tenido en cuenta distintas recomendaciones por parte de la Comisión Europea.

4.5.3 Impactos del proyecto

A continuación, se lleva a cabo la identificación y valoración de los impactos que derivan de la realización del proyecto. Esta etapa del ACB comprende una serie de tareas, entre las que destacan la determinación de los posibles impactos que afecten a la población, economía y medio natural del área de estudio (tres grupos diferenciados: impactos económicos, impactos sociales e impactos ambientales), tanto durante la fase de construcción como durante todo el horizonte temporal establecido.

Los impactos podrán tener carácter positivo o negativo, y distintos grados de importancia o afección. Para llevar a cabo el análisis no pueden tenerse en cuenta

todos y cada uno de los impactos que podrían producirse, sino que se buscará la mayor simplificación posible. Debido a ello, una vez identificado el conjunto de los impactos, es necesario realizar una etapa de investigación de los mismos para determinar cuáles tienen mayor importancia y, por tanto, deben incluirse en el Análisis Coste – Beneficio. Esta investigación incluye un análisis de los agentes implicados (“stakeholders”), el cual ayuda a determinar la importancia de cada tipo de impacto.

RESUMEN "STAKEHOLDERS"	POSICIÓN GENERALIZADA	PODER (1-5)	INTERÉS (1-5)
1. POBLACIÓN /SOCIEDAD	+	3	3
2. CANTUR S.A.	+	5	4
3. AYUNTAMIENTO	+	4	4
4. ESQUIADORES	+	2	5
5. ECOLOGISTAS	-	4	5

Tabla 12. Análisis de “stakeholders” del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Por último, dada la existencia de unos impactos monetarios y otros no monetarios, será necesario realizar una valoración monetaria de los impactos no monetarios, con el fin de poder comparar y analizar todos los impactos expresados en una misma unidad. A continuación, se realiza una breve descripción de los impactos que, finalmente, se han considerado para el ACB:

- Impactos económicos:
 - Costes de construcción.
 - Costes de operación.
 - Costes de mantenimiento.
 - Beneficios económicos.
- Impactos sociales:
 - Ahorro de tiempo en las colas y subidas.
 - Cambio y expansión de la Estación.
 - Influencia socioeconómica.
 - Influencia sobre el patrimonio cultural.
- Impactos ambientales:
 - Impactos sobre el suelo.
 - Impactos sobre la geomorfología.
 - Impactos sobre las aguas.

- Impactos sobre la atmósfera.
- Impactos sobre la vegetación.
- Impactos sobre la fauna.
- Impactos sobre el paisaje.

▪ Aspectos económicos

Costes de construcción

Dentro de esta asignación se encuentran todos aquellos costes que se pueden atribuir a la implantación y puesta en marcha de la obra civil (desde el coste de todas las estructuras y materiales, hasta el de la maquinaria necesaria). Normalmente este tipo de impactos aparecen englobados en un único valor económico a razón del presupuesto de la instalación. Para la determinación del presupuesto de cada una de las alternativas se ha tenido en cuenta el coste global de otras obras similares realizadas en otras estaciones españolas o extranjeras.

Costes de operación

Se entienden por costes de operación como la cantidad de capital necesaria para que nuestra nueva instalación funcione con éxito durante un tiempo determinado. Como es de esperar, el capital lo constituyen principalmente el personal encargado de la instalación y su funcionamiento diario, la energía necesaria para alimentar el motor y otros costes derivados.

Costes de mantenimiento

En este caso, la instalación requiere de ciertas tareas de reacondicionamiento, revisión y conservación, de manera que el funcionamiento de esta sea el idóneo. Lógicamente estas tareas suelen ser bastante costosas, sobre todo en este tipo de equipos que incorporan cables trenzados, poleas y balancines y equipamiento industrial. También es cierto que los avances tecnológicos han supuesto en la mayoría de los casos una considerable reducción del mantenimiento de estos equipos.

Beneficios económicos

Este grupo de impactos se corresponde con los ingresos de la Estación asociados a la incorporación del nuevo remonte. Se tienen en cuenta las ventas del forfait o pase de esquí.

- **Aspectos sociales**

Ahorro de tiempo en las colas y subidas

Como se suele decir: “el tiempo es oro”. La construcción de un nuevo sistema de transporte que dará acceso a nuevas pistas supondrá un considerable ahorro en las colas que se producen en los accesos a los telesillas y telesquíes, gracias a la descongestión y redistribución de los esquiadores a lo largo y ancho de la Estación, entre otras causas. Además, una nueva instalación supondrá que los esquiadores tarden menos en ascender a las cotas altas de las pistas, debido a la tecnología que incorpora y la mayor velocidad del cable.

Cambio y expansión de la Estación

La construcción de un nuevo remonte o la renovación de uno de los existentes siempre supone un toque de atención para los esquiadores habituales y para otros nuevos (la noticia puede tener gran trascendencia en los medios de comunicación). Por norma general, todo aquello que supone una novedad despierta curiosidad en las personas. Luego, este impacto tiene cierta importancia teniendo un carácter “potenciador” sobre muchos otros de los impactos comentados.

Influencia socioeconómica

Si se tiene en cuenta que la ampliación de la Estación se traducirá en un aumento de los visitantes, se deduce que existirá cierto impacto económico “extra” sobre la comarca de Campoo, sus localidades y sobre la Estación.

Influencia sobre el patrimonio cultural

Este aspecto hace referencia a la posibilidad de que durante las fases de construcción del proyecto se pudiesen encontrar restos u objetos de interés arqueológico o cultural, que hayan dado paso a posibles descubrimientos por parte de arqueólogos, geólogos

o geógrafos. Esto es sin duda un beneficio social, pero de difícil cuantificación, por lo que en un primer momento este impacto no se considerará como importante para ser incluido dentro del ACB.

- **Aspectos ambientales**

Impactos sobre el suelo

Se consideran los impactos derivados de las obras de construcción (desplazamiento de vehículos, arrastre de materiales, etc.) y los derivados del diseño, preparación y acondicionamiento del suelo para la creación de nuevas pistas. Todas estas acciones suponen una degradación y una pérdida de la calidad del suelo de las laderas.

Impactos sobre la geomorfología

En este caso, se estudian los impactos derivados a la alteración del relieve. Básicamente, se hace referencia a los posibles movimientos de tierra que se realizarán en función de la alternativa de ampliación (desplazamiento de rocas, desmontes, terraplenes) para la creación de rutas de enlace seguras entre pistas y, para emplazar la cimentación de las estaciones motriz y de retorno, pilonas y otros elementos constructivos.

Impactos sobre las aguas

Dentro de las alternativas se contempla la posible modificación y/o alteración del cauce de pequeños riachuelos o arroyos que surgen en las cotas altas de las montañas.

Impactos sobre la atmósfera

Durante las obras de construcción se emitirán grandes cantidades de gases de efecto invernadero (como CO_2) para realizar el transporte de todos los materiales y demás operaciones. Además, se formarán grandes masas de polvo en suspensión en el ambiente que afectará a la biodiversidad cercana.

Impactos sobre la vegetación

Durante todas las fases de construcción existirá un gran impacto sobre toda la vegetación existente.

Impactos sobre la fauna

Todas aquellas especies que habitan las zonas colindantes se verán afectadas por las obras de construcción en verano, etapa en la que pueden campar libremente por las laderas de la Estación.

Impactos sobre el paisaje

Lógicamente la construcción de una instalación de estas características que incorpora elementos de gran magnitud producirá una enorme alteración del paisaje de la zona, entorno natural que se caracteriza por su belleza.

4.5.4 Valoración monetaria

Una vez seleccionados los impactos más relevantes para nuestro proyecto, se obtiene el valor monetario de cada uno de ellos, como ya se ha comentado.

Muchos de los impactos son estimados a nivel global de toda la Estación, luego es necesario conocer cuál es el porcentaje o la atribución que se asocia a la nueva instalación proyectada. Por tanto, se realiza una tabla con el objetivo de determinar la ponderación que se le atribuye a cada remonte. De este modo, posteriormente podemos asociar de una manera sencilla la parte de los presupuestos de la Estación que se destina a cada uno de ellos (mantenimiento, beneficios por forfait, etc.).

Para realizar estas ponderaciones tenemos en cuenta los siguientes factores:

- Momento de potencia del remonte.
- Antigüedad del mismo.
- Extra o plus de ponderación si abastece una pista de debutantes o si dicha pista está acompañada por cañones de nieve.

De esta forma, la forma para calcular el resultado final de cada remonte será:

$$MP \times (Factor\ antigüedad + Plus)$$

Seguidamente, sumamos todos los resultados y calculamos el porcentaje de cada uno de ellos sobre la suma total. Este porcentaje nos permitirá asociar qué parte del presupuesto de mantenimiento o de los beneficios por forfait son atribuidos a cada remonte, y nos permitirá calcular los flujos anuales de cada remonte propuesto.

Ponderaciones Alternativa 1

Remonte	MP (Km-Esqs/h)	Antigüedad	Resultado	Porcentaje Coste Mantenimiento
T.S.D Río Híjar	564	Tipo 2	253,8	0,1725
T.S. Tres Mares	568	Tipo 2	198,8	0,1351
T.S. Pidruecos	356,4	Tipo 4	267,3	0,1816
T.S. El Chivo	275,4	Tipo 5	220,32	0,1497
T.S. Cuchillón	169,4	Tipo 5	135,52	0,0921
T.Q. Los Asnos	190,8	Tipo 3	76,32	0,0519
T.Q. El Castro	206,64	Tipo 4	123,984	0,0843
T.Q. Calgosa I	31,49	Tipo 3	17,3195	0,0118
T.Q. Calgosa II	30	Tipo 3	16,5	0,0112
T.Q. Tobogán I	19,44	Tipo 3	10,692	0,0073
T.Q. Tobogán II	27,36	Tipo 3	15,048	0,0102
C.T. Calgosa II	22,8	Tipo 1	7,98	0,0054
Nuevo T.S. Cornón (Alternativa 1)	640	Tipo 1	128	0,0870
	3101,73	← TOTAL →	1471,584	1,0000

Tabla 13. Ponderaciones alternativa 1. Fuente: Elaboración propia

Ponderaciones Alternativa 2

Remonte	MP (Km-Esqs/h)	Antigüedad	Resultado	Porcentaje Final
T.S.D Río Híjar	564	Tipo 2	253,8	0,1673
T.S. Tres Mares	568	Tipo 2	198,8	0,1310
T.S. Pidruecos	356,4	Tipo 4	267,3	0,1762
T.S. El Chivo	275,4	Tipo 5	234,09	0,1543
T.S. Cuchillón	169,4	Tipo 5	135,52	0,0893
T.Q. Los Asnos	190,8	Tipo 3	76,32	0,0503
T.Q. El Castro	206,64	Tipo 4	123,984	0,0817
T.Q. Calgosa I	31,49	Tipo 3	17,3195	0,0114
T.Q. Calgosa II	30	Tipo 3	16,5	0,0109
T.Q. Tobogán I	19,44	Tipo 3	10,692	0,0070
T.Q. Tobogán II	27,36	Tipo 3	15,048	0,0099
C.T. Calgosa II	22,8	Tipo 1	7,98	0,0053
Nuevo T.S. Cornón (Alternativa 2)	640	Tipo 1	160	0,1054
	3101,73	← TOTAL →	1517,354	1,0000

Tabla 14. Ponderaciones alternativa 2. Fuente: Elaboración propia

Ponderaciones Alternativa 3

Remonte	MP (Km-Esqs/h)	Antigüedad	Resultado	Porcentaje Final
T.S.D Río Híjar	564	Tipo 2	253,8	0,1828
T.S. Tres Mares	568	Tipo 2	198,8	0,1432
T.S. Pidruecos	356,4	Tipo 4	267,3	0,1926
T.S. El Chivo	275,4	Tipo 5	220,32	0,1587
T.S. Cuchillón	169,4	Tipo 5	0	0,0000
T.Q. Los Asnos	190,8	Tipo 3	76,32	0,0550
T.Q. El Castro	206,64	Tipo 4	123,984	0,0893
T.Q. Calgosa I	31,49	Tipo 3	17,3195	0,0125
T.Q. Calgosa II	30	Tipo 3	16,5	0,0119
T.Q. Tobogán I	19,44	Tipo 3	10,692	0,0077
T.Q. Tobogán II	27,36	Tipo 3	15,048	0,0108
C.T. Calgosa II	22,8	Tipo 1	7,98	0,0057
Nuevo T.S. Cuchillón (Alternativa 3)	900	Tipo 1	180	0,1297
	3361,73	← TOTAL →	1388,064	1,0000

Tabla 15. Ponderaciones alternativa 3. Fuente: Elaboración propia

Ponderaciones Alternativa 4

Remonte	MP (Km-Esqs/h)	Antigüedad	Resultado	Porcentaje Final
T.S.D Río Híjar	564	Tipo 2	253,8	0,1773
T.S. Tres Mares	568	Tipo 2	198,8	0,1388
T.S. Pidruecos	356,4	Tipo 4	267,3	0,1867
T.S. El Chivo	275,4	Tipo 5	234,09	0,1635
T.S. Cuchillón	169,4	Tipo 5	0	0,0000
T.Q. Los Asnos	190,8	Tipo 3	76,32	0,0533
T.Q. El Castro	206,64	Tipo 4	123,984	0,0866
T.Q. Calgosa I	31,49	Tipo 3	17,3195	0,0121
T.Q. Calgosa II	30	Tipo 3	16,5	0,0115
T.Q. Tobogán I	19,44	Tipo 3	10,692	0,0075
T.Q. Tobogán II	27,36	Tipo 3	15,048	0,0105
C.T. Calgosa II	22,8	Tipo 1	7,98	0,0056
Nuevo T.S. Cuchillón (Alternativa 4)	900	Tipo 1	180	0,1257
Nuevo T.Q. Cuchillón (Alternativa 4)	149,76	Tipo 1	29,952	0,0209
	3511,49	← TOTAL →	1431,786	1,0000

Tabla 16. Ponderaciones alternativa 4. Fuente: Elaboración propia

Se obtienen los momentos de potencia de los remotes existentes y se estiman los de las nuevas alternativas. Para incluir el factor de antigüedad en la ecuación se han considerado 5 tipos de remotes:

- **Tipo 1:** Remote nuevo. Con menos de 2 años. **Factor 0,2.**
- **Tipo 2:** Remote de entre 3 y 5 años. **Factor 0,3.**
- **Tipo 3:** Remote de entre 5 y 10 años. **Factor 0,4.**
- **Tipo 4:** Remote de entre 10 y 20 años. **Factor 0,6.**
- **Tipo 5:** Remote de más de 20 años. **Factor 0,8.**

Y en cuanto al plus por dar acceso a una pista recomendada para los esquiadores menos expertos (mayoría en la Estación) o a una pista apoyada por cañones de nieve, se añadirán los siguientes factores a los remotes:

- **Plus debutantes: Factor 0,1.**
- **Plus cañones de nieve: Factor 0,05.**

Una vez aclaradas las ponderaciones, se procede a describir los cálculos realizados para obtener los ingresos y los costes del proyecto:

Costes de construcción

Como se comentaba, se ha realizado una sencilla estimación teniendo en cuenta obras similares y recientes en el tiempo. Se ha elevado ligeramente el precio de estas referencias entendiéndose este como un proyecto decisivo para la Estación en el que no se va a escatimar en costes, y teniendo en cuenta que estos costes los podemos considerar como la inversión inicial que se utilizará posteriormente en las etapas del análisis:

Alternativa	Presupuesto (€)
Alternativa 1	3.500.000
Alternativa 2	5.500.000
Alternativa 3	6.500.000
Alternativa 4	8.500.000

Tabla 17. Presupuestos de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Costes de operación

Dentro de ellos, se engloba tanto a los costes derivados del consumo de energía como el pago a los empleados de la Estación. Hay que destacar que estos costes se considerarán fijos para todo el horizonte temporal del análisis. Tratándose de una cantidad que está compuesta por dos tipos diferenciados de costes, se analiza cada uno de ellos por separado:

En primer lugar, los costes del personal de la Estación. Actualmente, en la temporada 2018/2019 el personal de la Estación era ligeramente superior a los 90 trabajadores y, por tanto, se considera que gracias a las nuevas alternativas de ampliación la plantilla alcanzará la cifra de 100 trabajadores.

Si se tiene en cuenta que el sueldo medio de un operario de una Estación de esquí y montaña en España ronda los 1.500 € al mes, y que en Alto Campoo uno de los objetivos que se planteó unas temporadas atrás, impulsado con la puesta en marcha del proyecto de renovación iniciado con el proyecto de innivación artificial, fue el de alcanzar una media de 100 días esquiabiles por temporada, se deduce que se trabajará durante 3,33 meses.

Finalmente, a estos costes asociados solamente los aplicamos el porcentaje que se le atribuye a la instalación para el caso de cada una de las alternativas:

Coste personal

$$= \text{Sueldo medio mensual} \times \text{Meses esquiabiles} \times \text{Ponderación Alternativa} \times \text{Trabajadores}$$

Alternativa	Coste personal anuales (€)
Alternativa 1	43.490,57
Alternativa 2	52.723,38
Alternativa 3	64.838,53
Alternativa 4	73.318,24

Tabla 18. Coste de personal de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Para la consideración del consumo de energía, se tiene en cuenta la potencia activa de un motor que se podría aplicar para cada alternativa (entre 225 y 300 kW). Además, se conoce el precio del kWh (precio medio durante los cuatro primeros meses del año 2019), el número de horas de funcionamiento diarias del motor y el promedio de días esquiabiles por temporada.

Como es obvio, el precio del kWh es variable. Sin embargo, lo que se suele hacer es calcular el coste con el valor actual y considerarlo constante para todos los años del horizonte temporal. Una vez se calculen los indicadores de rentabilidad, se aplicará la tasa de descuento y se obtendrán los valores actuales.

Coste energía anual

$= \text{Potencia activa} \times \text{Promedio días esquiabiles} \times \text{€ kWh} \times \text{Horas funcionamiento diario}$

Alternativa	Días esq.	P (kW)	kWh (€)	Horas al día	Coste total
Alternativa 1	100	225	0,13	8	23.400,00
Alternativa 2	100	225	0,13	8	23.400,00
Alternativa 3	100	300	0,13	8	31.200,00
Alternativa 4	100	300+130	0,13	8	44.720,00

Tabla 19. Coste de la energía de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los costes de operación (anuales) de cada alternativa son:

Alternativa	Personal (€)	Energía (€)	Costes Operación (€)
Alternativa 1	43.490,57	23.400,00	66.890,57
Alternativa 2	52.723,38	23.400,00	95.154,22
Alternativa 3	64.838,53	31.200,00	96.038,53
Alternativa 4	73.318,24	44.720,00	118.038,24

Tabla 20. Costes de operación de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Costes de mantenimiento

Actualmente, la Estación invierte aproximadamente una cantidad fija de un millón de euros en la restauración y el propio mantenimiento de las instalaciones, **cada año**. Para nuestro estudio, hemos considerado que, con la ampliación (igualmente para las cuatro alternativas) los costes totales de mantenimiento serán de 1.500.000 €. Luego la ecuación es fácil, para cada alternativa se obtiene el porcentaje asociado a la instalación construida de los costes totales anuales de restauración y mantenimiento.

A diferencia de los costes de operación, estos costes se ven incrementados a lo largo del tiempo, como es lógico a medida que las instalaciones son más antiguas:

- A partir de la segunda década, los costes crecerán un 30%.
- Durante la tercera década, los costes crecerán un 50% con respecto de los de la primera década.

Alternativa	Costes 2020-2030 (€)	Costes 2031-2040 (€)	Costes 2041-2050 (€)
Alternativa 1	130.471,70	169.613,21	195.707,55
Alternativa 2	158.170,13	205.621,17	237.255,19
Alternativa 3	194.515,60	252.870,28	291.773,40
Alternativa 4	219.954,73	285.941,16	329.932,10

Tabla 21. Costes de mantenimiento (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Ingresos económicos

Estos ingresos se deben básicamente al reembolso del precio del *Forfait*. Actualmente, las tarifas son las siguientes:

- Forfait de día completo (sin seguro de pistas): 30 €.
- Forfait de día completo (con seguro de pistas): 33 €.
- Forfait de medio día (de 13h00 a 17h00): 25 €.

El Forfait infantil se reduce a 21€ (con seguro de pistas), siendo el resto de los precios correlativos. De la misma forma se ha planteado la posibilidad de que las alternativas de ampliación de la Estación se traduzcan en la decisión por parte de la empresa CANTUR de incrementar el precio del Forfait en un euro, siendo todos los precios correlativos igualmente. Finalmente, hay que destacar que para el estudio se va a considerar que los visitantes de la Estaciones son esquiadores tipo (adultos, que optarán por el Forfait de día con o sin seguro de pistas), con el único objetivo de simplificar los cálculos. Tampoco se tendrá en cuenta el grupo de esquiadores que anualmente adquieren el pase de temporada, que se estima que son unas mil personas.

Para calcular los beneficios económicos que supondrá la nueva instalación, se calcularán los beneficios globales de la estación para los años del análisis y más tarde se aplicará el porcentaje correspondiente a dicho remonte sobre el total de las instalaciones de la Estación.

Finalmente, se decide realizar los cálculos por partida doble, teniendo en cuenta los precios actuales y el posible incremento del precio en una unidad de euro. Se considera además que el 50% de los esquiadores opta por no pagar el seguro de pistas en ambos casos. Luego el precio del forfait “medio” será, para el primer caso, el siguiente:

$$\frac{30 + 33}{2} = 31,5\text{€}$$

A continuación, multiplicamos por el porcentaje que se le atribuye a la nueva instalación teniendo en cuenta las cuatro alternativas. De este modo, se obtiene el precio unitario que los esquiadores pagan por la instalación.

Multiplicaremos dicho precio unitario por un total de 80.000 visitantes que estimamos como valor medio anual, siendo bastante pesimistas teniendo en cuenta los últimos registros. Realizamos el mismo proceso para el segundo caso:

$$\frac{31 + 34}{2} = 32,5\text{€}$$

Obtenemos el precio unitario, y los beneficios económicos multiplicando por el número de visitantes. Como último paso, calculamos el valor medio de los dos casos propuestos, obteniéndose el resultado final.

Como consideración final, a modo de contabilización del crecimiento global de la estación, hemos considerado que dentro de los treinta años de los que está compuesto el análisis, cada diez años los ingresos económicos aumentarán a razón:

- Durante la segunda década se multiplicarán por 1,2 (incremento del 20%).
- Durante la tercera década se multiplicarán por 1,4 (incremento del 40%).

Alternativa	Ingresos 2020-30 (€)	Ingresos 2031-40 (€)	Ingresos 2041-50 (€)
Alternativa 1	222.671,70	267.206,04	311.740,38
Alternativa 2	274.161,56	328.993,87	383.826,18
Alternativa 3	331.973,29	398.367,94	464.762,60
Alternativa 4	375.389,41	450.467,30	525.545,18

Tabla 22. Ingresos económicos (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Ingresos por ahorro de tiempo

En cuanto a los ingresos debido al ahorro de tiempo, hemos conseguido realizar una valoración monetaria gracias a la estimación de la *NOTA DE SERVICIO 3/2014: Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos*, elaborada por el Ministerio de Fomento. En esta nota se concluye diciendo podría hacerse la siguiente aproximación del valor del tiempo para un vehículo ligero 23,03 € cada hora viajando. Varios estudios como el

Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment sobre el coste del tiempo en Reino Unido, establecen que el coste del tiempo en un viaje de ocio se reduce prácticamente a la cuarta parte. En este caso se supondrá que el valor del tiempo viajando en un telesilla se reduce siguiendo esa última consideración, ya que el tiempo perdido no es tan caro (la oportunidad de descansar o de disfrutar del paisaje hacen que el tiempo perdido pierda valor).

Al igual que con el precio del kWh, el valor del tiempo no es constante. En este caso, se calcula el ingreso por ahorro de tiempo con el valor actual y se considera constante para todos los años del horizonte temporal. Una vez se calculen los indicadores de rentabilidad, se aplicará la tasa de descuento y se obtendrán los valores actuales.

Si suponemos que un esquiador medio puede realizar un total de 15 bajadas esquiando al día, estimamos cual sería el tiempo medio de espera que cada esquiador tiene que realizar en la cola antes de subirse a un remonte en un día de afluencia alta. De la misma forma, con la incorporación de una nueva instalación se descongestionarían las colas, reduciéndose ese tiempo de espera. Por cada bajada y esquiador existirá un ahorro del tiempo de espera que contabilizamos como ingreso en el análisis. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\text{Ahorro (minutos)} \times N^{\circ} \text{ bajadas} \times \text{Total esquiadores} \times \text{Valor de un minuto}$$

En cuanto a la variabilidad de estos ingresos, en el caso de las dos primeras alternativas estos serán fijos ya que se considera que la ampliación de la estación es de tal magnitud que la fluidez de la estación permanecerá durante todo el análisis. Para las dos segundas alternativas, en un primer momento si que habrá ahorros en los tiempos de espera, pero si se contabiliza el crecimiento global de la Estación (número de visitantes), la ampliación no es de tal magnitud como para que se puedan mantener los ahorros en los tiempos que se estiman para los primeros años del análisis (estas dos alternativas realmente no suponen una ampliación de la Estación como tal). De esta manera, se tiene en cuenta que:

- A partir de la segunda década, los ingresos se reducirán un 30%.
- Durante la tercera década, los ingresos pasarán a ser tan sólo la mitad que los que eran en los primeros años.

Alternativa	Ahorro (min)	Ingresos 2020-30 (€)	Ingresos 2031-40 (€)	Ingresos 2041-50 (€)
-------------	--------------	----------------------	----------------------	----------------------

Alternativa 1	1	115.150,00	115.150,00	115.150,00
Alternativa 2	1	115.150,00	115.150,00	115.150,00
Alternativa 3	1	115.150,00	80.605,00	57.575,00
Alternativa 4	1,5	172.725,00	120.907,50	86.362,50

Tabla 23. Ingresos ahorro de tiempo (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Ingresos socioeconómicos

Un estudio realizado por la revista de información económica *Cantabria Económica* revela que “*Un euro invertido en la Estación, suponen entre 8 y 10 invertidos en la comarca*”. Esto quiere decir que toda la inversión se verá multiplicada por 8/10 a lo largo del horizonte temporal del análisis en forma de beneficios. Optando por el caso más pesimista, se deciden contabilizar los beneficios como ocho veces los costes de la inversión. Se asignará la constante socioeconómica ‘C’ con el valor 8.

Además, se realiza un sencillo análisis de coste de viaje para determinar qué cantidad de esos ingresos puede asociarse a las instalaciones de la empresa CANTUR S.A. pertenecientes a la comarca:

- En comida cada persona se gastará una media de 6 euros y medio, dependiendo de si lleva su propia comida o si se va a comer a un restaurante cercano a la Estación. Suponemos que el 50% de los visitantes invertirán ese dinero en las instalaciones de la Estación, y el otro 50% lo invertirá en otros restaurantes y bares de la zona, ajenos a la misma. Más adelante en la hoja de cálculo se representará con el color azul.
- El 80 por ciento de las personas gastarán cada día 2 euros en artículos varios de las cafeterías de la Estación (bebida, café, snack, bollería, pincho, etc). Representado con el color verde.
- En cuanto a la pernocta, se podría estimar que una persona pasará la noche en un hotel de la zona si vive a más de 250 km. Consideramos que una habitación doble costaría unos 60 euros la noche (media aritmética realizada entre temporada alta y temporada baja). Luego, una estimación correcta sería que cada persona que se queda a dormir gastaría 30 euros. Teniendo en cuenta que CANTUR es propiedad del hotel más cercano a la Estación, pero que existen otros hoteles en municipios como Reinosa, además de otros alojamientos rurales en otros lugares del valle, establecemos que un 50% de las pernoctaciones serán en el hotel La Corza Blanca

(CANTUR). En este caso, solo se contaría el viaje de ida como variable de tiempo ya que el viaje de vuelta ya no se considera que sea tiempo invertido para visitar la Estación, mientras que en el resto de los casos se tendrá en cuenta tanto la ida como la vuelta. Además, una pernoctación supone dos días de práctica de esquí. Representado con el color **morado**.

- En otros artículos, incluimos el material de esquí. Un 50 % de las personas lo tendrán que alquilar, excepto que si estas vienen desde más de 250 Km (en ese caso, el 70% de los esquiadores alquilarán). Además, al existir varios establecimientos de alquiler de material, suponemos que un tercio de los ingresos recaerá sobre aquellos que son propiedad de CANTUR. Representado con el color **naranja**.

- Seguidamente, el forfait de la Estación. Cuesta unos 30 euros (más 3 euros de seguro en pistas). Establecemos que un 50% de las personas están dispuestas a pagar dicho seguro, luego el coste medio del forfait es de 31,5 euros. Además, decidimos que un 80% de las personas adquirirán el forfait, mientras que el 20 % restante son esquiadores con el pase de temporada (realizamos la excepción con aquellas personas que visitan la Estación desde más de 250 Km de distancia, cuando suponemos que ningún esquiador posee el pase de temporada). Representado con el color **rojo**.

- Se añade el factor del coste del tiempo, teniendo en cuenta la referencia mencionada en los ingresos por ahorro de tiempo, de 23,03 € por hora viajando en un vehículo ligero. Dependiendo de la zona de donde parta el visitante, recorrerá más km y pasará más horas viajando. Se utiliza el color **rosa** para su distinción.

- Por último, el coste del combustible, el cual se deduce del precio por km. Para ello, se ha realizado una estimación a partir del precio actual de la gasolina y del diésel, de cuántos coches consumen cada tipo de combustible, y del consumo medio de un vehículo ligero cada 100 km:

- Coste gasolina: 1,365 €/L (40% de los coches).
- Coste diésel: 1,276 €/L (60% de los coches).
- Consumo medio cada 100 km: 6L.

$$[0,4 * 1,365 + 0,6 * 1,276] \text{ €/L} * \frac{6L}{100 \text{ km}} = 0,0787 \text{ €/km}$$

Por último, se encuentran dos parámetros variables más. Igualmente se calcula esta fracción de los ingresos socioeconómicos con los valores actuales y se considera constante para todos los años del horizonte temporal. Una vez se calculen los indicadores de rentabilidad, se aplicará la tasa de descuento y se obtendrán los valores actuales. Este factor se distingue con el color gris.

Distinguiremos entre tres tipos de visitantes según el radio de distancia en el que vivan con respecto de la Estación:

- **Zona A:** Aproximadamente el 70% de los esquiadores provienen de esta área que se sitúa a una distancia de 90 km de la Estación.
- **Zona B:** Un 20% de los esquiadores llegan desde esta zona que comprende a las localidades situadas a mas de 90 km y menos de 250 km de la Estación.
- **Zona C:** El 10% restante de esquiadores viven a una distancia superior a los 250 km de la Estación.

Zona A:

$$6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 0,5 * 21\text{€} + 0,8 * 31,5\text{€} + [2 * 80\text{km}] * [0,0787 \text{€}/\text{km}] + [2 * 1,5\text{h}] * [23,03 \text{€}/h_{\text{viaje}}] = 125,485\text{€}$$

$$0,5 * 6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 0,8 * 31,5\text{€} + 0,5 * 0,33 * 21\text{€} / 125,485\text{€} = 0,27\text{€} \text{ que se quedan en la Estación}$$

Zona B:

$$6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 0,5 * 21\text{€} + 0,8 * 31,5\text{€} + [2 * 150\text{km}] * [0,0787 \text{€}/\text{km}] + [2 * 2,5\text{h}] * [23,03 \text{€}/h_{\text{viaje}}] = 182,555\text{€}$$

$$0,5 * 6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 0,8 * 31,5\text{€} + 0,5 * 0,33 * 21\text{€} / 182,555\text{€} = 0,18\text{€} \text{ que se quedan en la Estación}$$

Zona C:

$$2 * [6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 0,7 * 21\text{€} + 31,5\text{€}] + 30\text{€} + [250\text{km}] * [0,0787 \text{€}/\text{km}] + [3\text{h}] * [23,03 \text{€}/h_{\text{viaje}}] = 225,365\text{€}$$

$$2 * [0,5 * 6,5\text{€} + 0,8 * 2\text{€} + 31,5\text{€} + 0,7 * 0,33 * 21\text{€}] + 0,5 * 30\text{€} / 225,365\text{€} = 0,43\text{€} \text{ que se quedan en la Estación}$$

$$\text{Resultado} = 0,7 * 0,27 + 0,2 * 0,18 + 0,1 * 0,43 = 0,268\text{€} \text{ que se quedan en la Estación}$$

Finalmente, se redondea a la cifra de que cada euro invertido en la comarca, **0,3** se queda en las instalaciones de CANTUR S.A..

Se asignará la constante del método de viaje 'K' con el valor 0,3.

De esta manera determinamos, que de todo el dinero que es recaudado por la comarca, aproximadamente un treinta por ciento es recaudado por las instalaciones de CANTUR (beneficios económicos).

Alternativa	Ingresos socioeconómicos (€)
Alternativa 1	7.952.000
Alternativa 2	12.496.000
Alternativa 3	14.768.000
Alternativa 4	19.312.000

Tabla 24. Ingresos socioeconómicos (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Para computar los datos en el análisis y poder trabajar con ellos, se procederá a dividir los ingresos anualmente por igual a lo largo del horizonte temporal.

Costes por impactos ambientales

Para poder valorar económicamente estos impactos, se han tenido en cuenta los gastos defensivos (capital invertido para mantener la calidad ambiental en la zona o evitar mayores daños) que se han realizado en los últimos años. En este caso, destaca el *Proyecto LIFE + Econnect en Alto Campoo* realizado entre los años 2013 y 2017. El presupuesto aproximado del proyecto fue de dos millones de euros (400.000 € cada año). En el sitio web del proyecto se puede observar la programación de actividades y hábitats, y se deduce que de los 400.000 anuales, unos 255.000 iban destinados a tareas y acciones de conservación y seguimiento de los hábitats y especies. Para todas las alternativas se ha considerado prácticamente los mismos costes asociados a cada impacto, además de que hemos tomado la referencia de estos años para aplicarla de manera igual al resto del horizonte temporal del análisis. De este modo:

Alternativa	Suelo (€)	Vegetación (€)	Agua (€)	Fauna (€)	Paisaje (€)
Alternativa 1	46.785,71	61.071,43	61.071,43	61.071,43	25.000,00
Alternativa 2	46.785,71	61.071,43	61.071,43	61.071,43	25.000,00
Alternativa 3	46.785,71	61.071,43	61.071,43	61.071,43	25.000,00
Alternativa 4	53.803,57	70.232,14	61.071,43	61.071,43	28.750,00

Tabla 25. Algunos de los costes ambientales (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Dentro del proyecto, no se recogen gastos compensatorios hacia los movimientos de tierras o cambios en el relieve. A pesar de ello, se consideran de la siguiente manera:

$$\text{Costes geomorfología} = \frac{\text{Costes suelo} + \text{Costes Paisaje}}{2}$$

Alternativa	Costes geomorfología (€)
Alternativa 1	35.892,86
Alternativa 2	35.892,86
Alternativa 3	35.892,86
Alternativa 4	41.276,79

Tabla 26. Costes de geomorfología (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la alternativa cuarta supone en algunos casos unos costes ambientales ligeramente superiores tratándose de la construcción de dos instalaciones de transporte por cable, en lugar de lo que ocurre en el resto de las alternativas donde solamente existe una instalación.

Por último, tenemos en cuenta los costes debidos al impacto sobre la atmósfera para los cuales se realizan unos cálculos complementarios. En primer lugar, se tiene en cuenta la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten durante la fase de construcción de las diferentes instalaciones y, en segundo lugar, durante el transporte diario de los esquiadores.

Cada fase de construcción es distinta dependiendo de qué alternativa se trate, pero para todas ellas se comparten las siguientes consideraciones de cálculo:

- Número de camiones empleados.
- Trayecto de los mismos (se considera el trayecto desde el puerto de Santander hasta la Estación, unos 90 Km).
- Consumo medio (litros) de un vehículo pesado como es un camión.
- Velocidad media de los camiones durante el trayecto.
- Precio de la tonelada de CO₂.
- Total de Kg de CO₂ emitidos por cada litro de gasolina/diésel. *

*Para estos cálculos se han tenidos los valores de la gasolina y el diésel, y más tarde se ha estimado que el 40% de los camiones consumen gasolina y el 60% restante consumen diésel, realizándose una media ponderada de los valores obtenidos. Siguiendo el hilo sobre lo comentado de los precios del combustible, se consideran

valores constantes durante todo el análisis y más tarde se aplicará la tasa de descuento para actualizar los costes.

Alternativa	Atmósfera construcción (€)
Alternativa 1	258,91
Alternativa 2	345,70
Alternativa 3	277,72
Alternativa 4	364,50

Tabla 27. Costes atmósfera construcción de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

En cuanto al impacto de los coches durante el transporte diario, se ha estimado que, como el objetivo de la gestión de la Estación es de incrementar la afluencia anual de 80.000 a 10.000 esquiadores, unas 20.000 nuevas personas acudirán en coche (4 personas por coche, luego unos 5.000 nuevos coches) a la Estación. El impacto de los vehículos ligeros vendrá determinado de una forma parecida a la anterior. Para simplificar los cálculos, se ha determinado que los nuevos coches recorrerán una distancia media de 90 Km y viajarán a una velocidad media de 70 Km/h.

Alternativa	Atmósfera coches (€)
Alternativa 1	3.939,85
Alternativa 2	3.939,85
Alternativa 3	3.939,85
Alternativa 4	3.939,85

Tabla 28. Costes atmósfera coches (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

En los dos casos, sólo se considera el viaje de ida como el verdadero impacto asociado no teniéndose en cuenta el viaje de vuelta. Los costes asociados a la construcción de las instalaciones solo se imputan en el primer año del análisis, mientras que el impacto de los coches se produce durante todos los años del horizonte temporal. Finalmente:

Alternativa	Atmósfera año 2020 (€)	Atmósfera resto años (€)
--------------------	-------------------------------	---------------------------------

Alternativa 1	4.198,76	3.939,85
Alternativa 2	4.285,55	3.939,85
Alternativa 3	4.217,57	3.939,85
Alternativa 4	4.304,35	3.939,85

Tabla 29. Costes atmósfera totales de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Es relevante destacar que estos valores son realmente despreciables en relación con el resto de los impactos estudiados. Es cierto que el problema de las emisiones de CO₂ a la atmósfera es un tema muy crítico en la actualidad, pero en términos de importancia en nuestro proyecto, no lo es tanto. Esto se debe a que la actividad principal de la Estación es totalmente eléctrica y no supone emisión alguna.

Ingresos por expansión

Por último, resultan los flujos derivados de la **expansión de la estación**. Se tienen en cuenta unos costes, y unos ingresos que, en principio, siempre serán superiores a los costes. Luego, los flujos monetarios de expansión se pueden considerar como unos ingresos.

En cuanto a los costes, estos se han estimado como la suma de una serie de porcentajes:

- 20% de los costes anuales de mantenimiento.
- 20% de los costes anuales de operación.
- 20% de los costes anuales debidos al impacto en la atmósfera de los coches.

Por otro lado, los ingresos:

- 20% de los ingresos económicos anuales.
- 20% de los ingresos socioeconómicos repartidos igualmente a lo largo de los 30 años del estudio.
- 20% de los ingresos por ahorro de tiempo anuales.

Una última consideración que hay que tener es que estos ingresos decrecen a medida que pasa el tiempo debido a que se reducen los efectos de lo que en un primer momento es una novedad y un cambio. De este modo:

- Durante la segunda década se multiplicarán por 0,7 (reducción del 30%).
- Durante la tercera década se multiplicarán por 0,5 (reducción del 50%).

Alternativa	Ingresos	Costes	Total Expansión
Alternativa 1	143.607,67	40.260,42	103.347,25
Alternativa 2	184.198,98	51.452,84	132.746,14
Alternativa 3	210.907,99	58.898,80	152.009,19
Alternativa 4	272.914,55	68.386,57	204.527,98

Tabla 30. Impactos expansión (anuales) de las distintas alternativas primera década. Fuente: Elaboración propia

Década	Alternativa	Total Expansión (€)
2ª Década	Alternativa 1	72.343,08
	Alternativa 2	92.922,30
	Alternativa 3	106.406,44
	Alternativa 4	164.642,76
3ª Década	Alternativa 1	51.673,63
	Alternativa 2	66.373,07
	Alternativa 3	76.004,60
	Alternativa 4	117.601,97

Tabla 31. Ingresos expansión (anuales) de las distintas alternativas segunda y tercera décadas. Fuente: Elaboración propia

En resumen, se representan dos gráficos genéricos de los porcentajes que se atribuyen a cada uno de los costes e ingresos, con respecto a los valores totales y para el conjunto de las cuatro alternativas. Para cada una de las representaciones se omiten los costes de construcción ya que son imputados en el primer año del análisis y son realmente elevados en comparación con el resto de los valores. Luego podría decirse que los porcentajes hacen referencia al resto de años del horizonte temporal sin tener en cuenta el “año cero”:

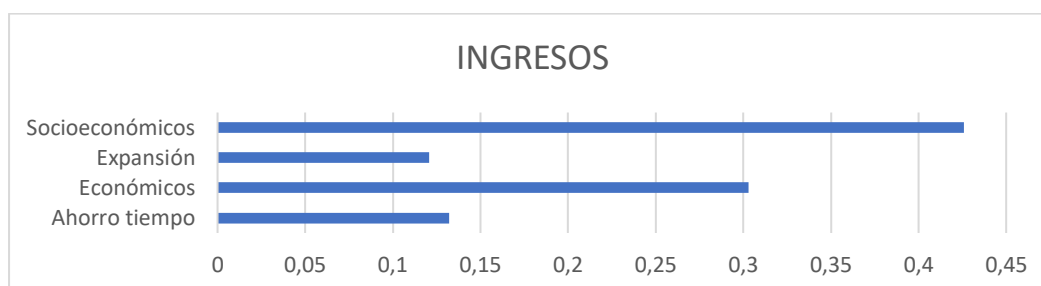


Figura 83. Distribución de los ingresos (tanto por uno). Fuente: Elaboración propia.

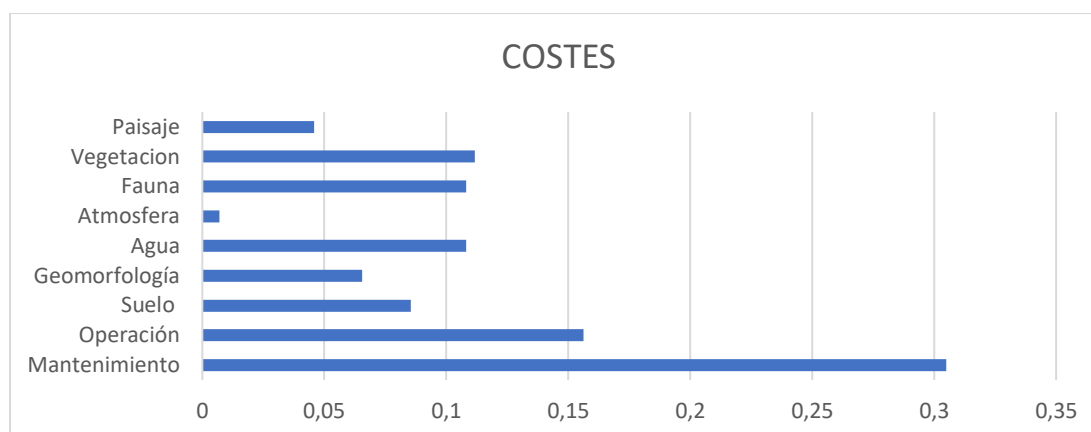


Figura 84. Distribución de los costes (tanto por uno). Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Cálculo de la rentabilidad

En este apartado se procederá a calcular los cuatro indicadores de rentabilidad descritos para cada una de las alternativas, de modo que se puedan sacar las conclusiones pertinentes en la última etapa del análisis. Para muchos de los indicadores es decisivo el hecho de introducir la tasa de descuento, la cual conforma otra etapa importante del análisis como ya se explicó. Para llevar a cabo el cálculo de los indicadores de rentabilidad, previamente es necesario estimar cuál es la inversión inicial y los flujos de caja esperados en los distintos años, para cada una de las alternativas estudiadas. En cuanto a la inversión inicial, ya se comentó que se podía considerar igual a los costes de construcción. Para los flujos de caja, cada año del horizonte temporal se computan todos los costes e ingresos, calculados tal y como se ha indicado anteriormente, y se realiza un balance. Una vez conocidos dichos parámetros, se procederá al desarrollo de los distintos indicadores de rentabilidad propuestos.

A continuación, se muestran dos tablas. Los cálculos previos recientemente comentados y los cuatro indicadores de rentabilidad para cada una de las alternativas:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Inversión Inicial	- 3.500.000 €	- 5.500.000 €	- 6.500.000 €	- 8.500.000 €
Año 1	190.751,73 €	367.058,27 €	482.704,59 €	703.328,04 €
Año 2	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 3	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 4	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 5	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 6	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 7	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €

Año 8	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 9	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 10	191.010,64 €	367.403,97 €	482.982,31 €	703.692,54 €
Año 11	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 12	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 13	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 14	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 15	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 16	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 17	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 18	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 19	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 20	172.308,30 €	341.870,40 €	417.783,53 €	655.626,28 €
Año 21	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 22	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 23	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 24	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 25	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 26	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 27	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 28	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 29	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €
Año 30	174.684,85 €	343.125,46 €	396.449,23 €	605.127,43 €

Tabla 32. Inversión inicial y flujos de caja de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

VAN	-297.305,14 €	740.806,40 €	1.343.152,39 €	3.272.469,25 €
TIR	3,28%	5,07%	5,68%	6,99%
Payback descontado	-297.305,14 € +30 años	66.079,82 € 24 años	99.341,22 € 21 años	220.500,69 € 17 años
B/C	1,35	1,62	1,72	1,96

Tabla 33. Indicadores de rentabilidad de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el primer indicador, el **Valor Actualizado Neto**, puede observarse que la actuación que resultaría mejor para ser llevada a cabo sería la Alternativa 4 (dos remontes en torno al pico Cuchillón). No obstante, cabe destacar que todas las alternativas, excepto la primera, tienen un VAN superior a cero y, por tanto, cualquiera de las tres con VAN>0 podría ser aceptable. Si se ordenan las alternativas en función del criterio de este indicador, la jerarquía de actuación sería:

- Alternativa 4.
- Alternativa 3.

- Alternativa 2.
- Alternativa 1.

Siguiendo con el análisis, todas las propuestas, excepto la primera, se consideran rentables ya que el **TIR** obtenido es superior a la tasa de descuento, que se considera como la rentabilidad mínima exigida para que se lleve a cabo el proyecto. Si realizamos un nuevo orden jerárquico, esta vez empleando como fundamento el criterio de esta tasa:

- Alternativa 4.
- Alternativa 3.
- Alternativa 2.
- Alternativa 1.

Comparando los resultados con los obtenidos mediante el criterio del VAN, es cierto que la cuarta propuesta permanece como la opción ideal, mientras que se produce una inversión en el orden de preferencia (rentabilidad) de las otras tres. En cuanto al VAN y al TIR, es interesante concluir su estudio observando la variación del primer indicador en función de la tasa de descuento y analizando los resultados:

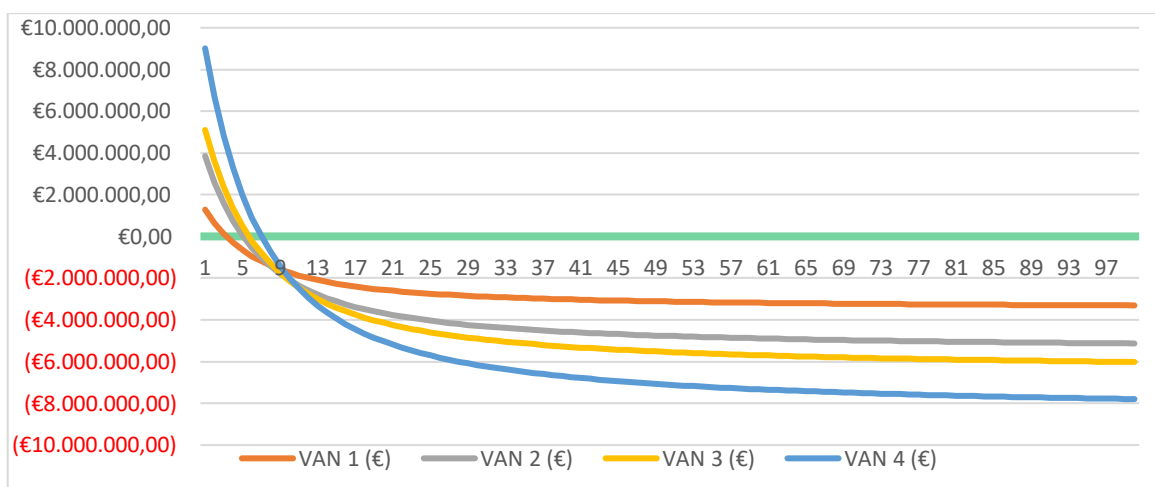


Figura 85. Evolución del VAN en función de la tasa de descuento para todas las alternativas. Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, las gráficas son relativamente parecidas en cuanto a su forma. Esto se debe a que las cuatro propuestas no difieren considerablemente, y a que el TIR, valor de la tasa de descuento en el punto en el que la curva del VAN corta al eje de abscisas, es bastante similar para todas ellas.

El análisis continúa con el **payback descontado**. En este caso, cuanto más pequeño este indicador más rápido se recuperará la inversión, y el orden de rentabilidad sería:

- Alternativa 4.
- Alternativa 3.
- Alternativa 2.
- Alternativa 1.

En la tabla se establece que, en términos anuales, el periodo de recuperación del capital es el indicado. Realmente, el payback no es exactamente ese valor entero, sino un tiempo ligeramente inferior. Por ello, se especifica para cada alternativa cuánto capital se ha recaudado una vez se ha llegado al año del horizonte temporal determinado. Cuanto mayor sea el capital a esas alturas, es previsible que antes se habrá recuperado la inversión.

Finalmente, se estudia el **ratio B/C**. Si este es igual o mayor que la unidad, el proyecto es viable, como ocurre para las cuatro alternativas especificadas. Además, cuanto mayor mejor será la alternativa considerada, porque significa que los beneficios son cada vez más grandes comparándolos relativamente con los costes del proyecto (el sumatorio de los beneficios aparece en el denominador de la expresión). El orden de preferencia de alternativas coincide con el del resto de indicadores:

- Alternativa 4.
- Alternativa 3.
- Alternativa 2.
- Alternativa 1.

4.5.6 Análisis de sensibilidad

Como ya se ha comentado, este análisis permitirá observar cuáles de los parámetros del proyecto son críticos, aquellos que, si sufren una ligera variación, esta supone un cambio importante en el resultado obtenido.

Esto se puede determinar a partir del siguiente patrón: se variará cada parámetro en un $\pm 1\%$ respecto a su valor estimado, y se comprobará la variación que esta

modificación repercute en el VAN del proyecto. Aquellos que modifiquen en más de un $\pm 1\%$ el valor del VAN, serán los denominados críticos.

Parámetros	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Costes Construcción	$\pm 0,93\%$	$\pm 0,97\%$	$\pm 1,08\%$	$\pm 0,65\%$
Costes Operación	$\mp 0,66\%$	$\mp 0,63\%$	$\mp 0,59\%$	$\mp 0,38\%$
Costes Mantenimiento	$\mp 1,51\%$	$\mp 1,22\%$	$\mp 1,4\%$	$\mp 0,83\%$
Costes por impactos sobre el Suelo	$\mp 0,16\%$	$\mp 0,11\%$	$\mp 0,1\%$	$\mp 0,06\%$
Costes por impactos sobre la Geomorfología	$\mp 0,31\%$	$\mp 0,2\%$	$\mp 0,1\%$	$\mp 0,12\%$
Costes por impactos sobre el Agua	$\mp 0,11\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,04\%$
Costes por impactos sobre la Atmósfera	$\mp 0,04\%$	$\mp 0,03\%$	$\mp 0,02\%$	$\mp 0,01\%$
Costes por impactos sobre la Vegetación	$\mp 0,11\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,04\%$
Costes por impactos sobre la Fauna	$\mp 0,11\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,07\%$	$\mp 0,04\%$
Costes por impactos sobre el Paisaje	$\mp 0,32\%$	$\mp 0,21\%$	$\mp 0,2\%$	$\mp 0,13\%$
Ingresos por ahorro de Tiempo	$\pm 2,29\%$	$\pm 1,52\%$	$\pm 1,19\%$	$\pm 0,92\%$
Ingresos Económicos	$\pm 2,48\%$	$\pm 2,03\%$	$\pm 2,3\%$	$\pm 1,36\%$
Ingresos Socioeconómicos	$\pm 2,27\%$	$\pm 2,37\%$	$\pm 2,62\%$	$\pm 1,88\%$
Ingresos por Expansión	$\pm 0,72\%$	$\pm 0,61\%$	$\pm 0,65\%$	$\pm 0,3\%$
Tasa de descuento	$\mp 1,31\%$	$\mp 1,35\%$	$\mp 1,36\%$	$\mp 1,11\%$

Tabla 34. Variación porcentual del VAN del proyecto ante una variación de $\pm 1\%$ de los parámetros. Fuente: Elaboración propia

Analizando esta tabla, se puede contemplar que el análisis no es del todo efectivo, ya que muchos de los parámetros del estudio dependen a su vez de otras variables que no se tienen en cuenta y que son las que verdaderamente modifican los resultados y merece la pena examinar.

En la siguiente tabla, se han analizado aquellas variables que influyen en la mayoría de los parámetros, entendiéndose estas como las verdaderamente determinantes en el proyecto. Con el símbolo ‘*’ se ha indicado las que se consideran críticas en el proyecto. Como apreciación más destacada, la variable de ponderación del remonte no tiene gran repercusión en el resultado final, a pesar de ser una de las más influyentes sobre el resto de los parámetros junto con la tasa de descuento. Esto se puede deber a que esta variable tiene un valor excesivamente pequeño como para que una modificación, también pequeña, suponga grandes diferencias en el proyecto.

Variables	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Costes Construcción*	±0,93%	±0,97%	±1,08%	±0,65%
Tasa de Descuento*	∓1,31%	∓1,35%	∓1,36%	∓1,11%
Porcentaje/Ponderación Remonte	±0,54%	±0,38%	±0,50%	±0,29%
Sueldo trabajadores	∓0,43%	∓0,44%	∓0,40%	∓0,24%
Nº trabajadores	∓0,43%	∓0,44%	∓0,40%	∓0,24%
Nº días esquiables (cada año)	∓0,66%	∓0,63%	∓0,59%	∓0,38%
Precio forfait*	±2,48%	±2,03%	±2,30%	±1,36%
Nº esquiadores (cada año)*	±4,77%	±3,55%	±3,49%	±2,27%
C (cte.) socioeconómica*	±2,63%	±2,75%	±3,04%	±2,06%
K (cte.) Método de Viaje*	±2,27%	±2,37%	±2,62%	±1,88%
Precio del tiempo viajando*	±2,29%	±1,52%	±1,19%	±0,92%
Nº promedio subidas diarias*	±2,29%	±1,52%	±1,19%	±0,92%

Tabla 35. Variación porcentual del VAN del proyecto ante una variación de ±1% de las principales variables.

Fuente: Elaboración propia

Al contrario de lo que se observaba en la primera tabla, en este análisis de variables conocido como **análisis de variables primarias** se observa que la mayoría de ellas son críticas. Si bien alguna de ellas, no alcanza exactamente el 1% de variación del VAN en todas las alternativas, pero se queda muy cerca.

A su vez, es apreciable el hecho de que los porcentajes de variación se hacen cada vez más pequeños si los vamos observando de izquierda a derecha desde la primera alternativa hasta la cuarta. Esto se puede deber a que como ya se comentó, el VAN crece en el mismo orden que están asignadas las alternativas y ante un mayor valor del VAN se intuye que la variación porcentual será ligeramente menor.

Es interesante, resaltar la relevancia de estas variables mediante un gráfico representativo como es uno de tipo radial. A continuación, se muestran la variación porcentual del VAN para cada variable, distinguiendo cuatro formas distintas (uno para cada alternativa propuesta). Como se puede ver, la forma del diagrama es ligeramente similar en todos los casos:

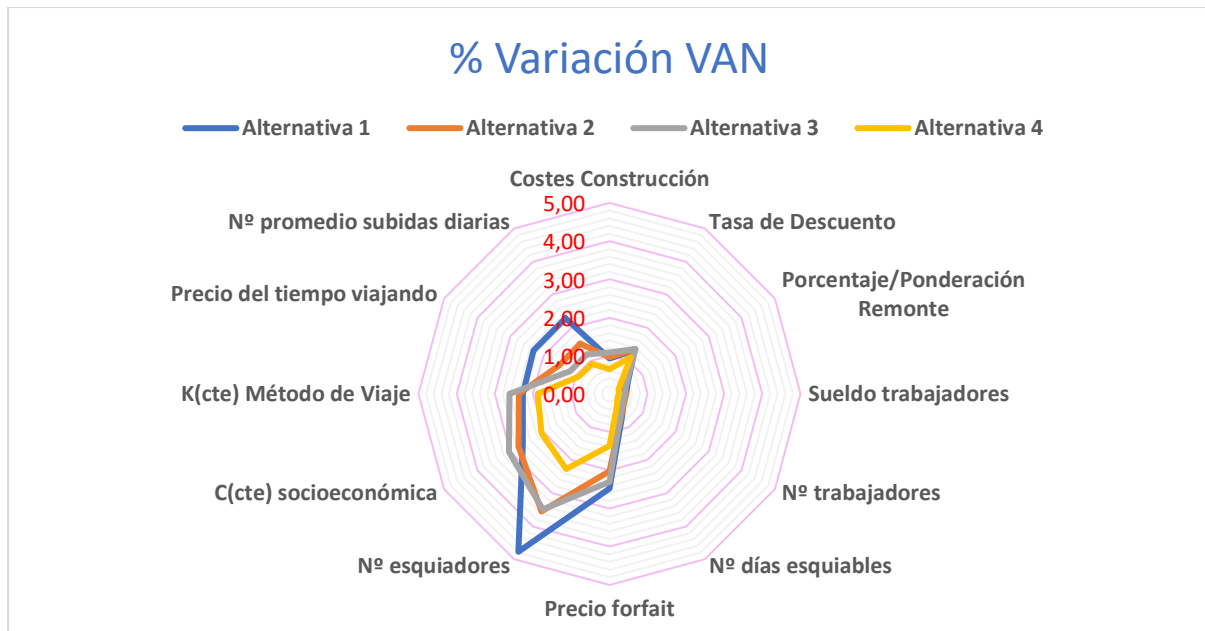


Figura 85. Grafica resultante del análisis de sensibilidad para todas las alternativas. Fuente: Elaboración propia

Es cierto que, para la primera alternativa, el porcentaje de variación del VAN es superior para las distintas variables críticas y que este se va haciendo cada vez menor hasta llegar a la última alternativa. Esto se puede deber a que la magnitud (económica) de las propuestas sigue un orden ascendente, y que las diferencias relativas comienzan a disminuir.

Finalmente se incluye un gráfico de barras en el cual se percibe una comparativa de la criticidad de las variables en función de cada alternativa estudiada, más allá de los gráficos de tipo radial que ofrecían características similares para todas ellas. Es relativamente fácil determinar cuáles son las variables críticas y, además, se observa que en la Alternativa 1 cinco variables suponen una variación del VAN superior al 2% y que en la Alternativa 3 se encuentra la más determinante de todas en el resultado final del proyecto.

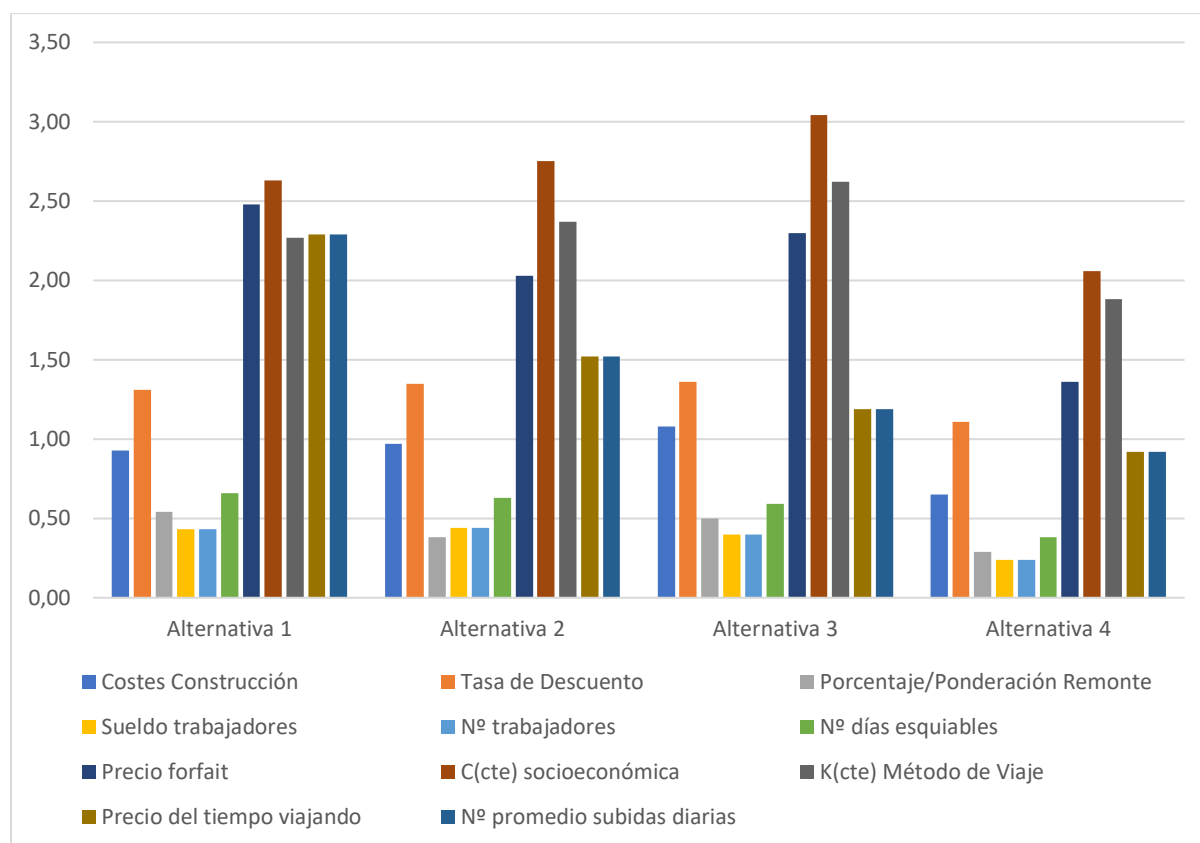


Figura 86. Gráfico de barras del análisis de sensibilidad para las cuatro alternativas Fuente: Elaboración propia

A la vista de los resultados expuestos anteriormente se puede deducir que, dada la importancia de ciertas variables, se podría plantear la posibilidad de realizar estudios más íntegros de ciertos aspectos y variables, con el único objeto de poder desarrollar un ACB más entero. Por ejemplo, sería interesante verificar el valor que se ha asignado al coste del tiempo, la confianza que se ha depositado en aquel estudio económico realizado sobre la comarca, o estudiar la posibilidad de variar otras cifras como la del número de visitantes previstos cada año o la propia tasa de descuento.

En conclusión, este análisis de sensibilidad es realmente interesante ya que aporta una nueva visión sobre el proyecto que da pie a modificaciones y a otras ideas para hacerlo más completo.

Análisis de Escenarios

Seguidamente, se procede a elaborar un Análisis de Escenarios el cual se puede juzgar como un caso particular o como una continuación del Análisis de Sensibilidad. Consiste en la observación de distintos contextos: en este caso además del escenario “base”, dos más de carácter “pesimista” y otros dos de carácter “optimista”. Una vez elaborados, se estudia el impacto conjunto de las variables asignadas como críticas sobre el indicador de rentabilidad (VAN) del proyecto. Debido a la dificultad para

estimar las modificaciones de las variables, se ha optado por utilizar unos criterios homogéneos para todos los escenarios y las alternativas:

- Escenario 1 o “Pesimista”: Todas las variables críticas se modifican un 3% hacia su situación más desfavorable.
- Escenario 2 o “Pesimista-Base”: Todas las variables críticas se modifican un 1% hacia su situación más desfavorable.
- Escenario 3 o “Base”: Se trata del escenario estimado y estudiado con anterioridad.
- Escenario 4 o “Base-Optimista”: Todas las variables críticas se modifican un 1% hacia su situación más favorable.
- Escenario 5 u “Optimista”: Todas las variables críticas se modifican un 3% hacia su situación más favorable.

	Pesimista	Pesimista-Base	Base	Base-Optimista	Optimista
Alternativa 1	-1.182.814,65 €	-601.037,56 €	-297.305,14 €	15.201,87 €	667.190,86 €
Alternativa 2	-451.989,66 €	331.573,33 €	740.806,40 €	1.161.962,76 €	2.040.932,74 €
Alternativa 3	-10.479,60 €	878.897,23 €	1.343.152,39 €	1.820.770,60 €	2.817.074,11 €
Alternativa 4	1.604.668,94 €	2.700.380,28 €	3.272.469,25 €	3.861.110,73 €	5.089.269,91 €

Tabla 36. Resultados del VAN del proyecto para las cuatro alternativas y los cinco escenarios Fuente: Elaboración propia

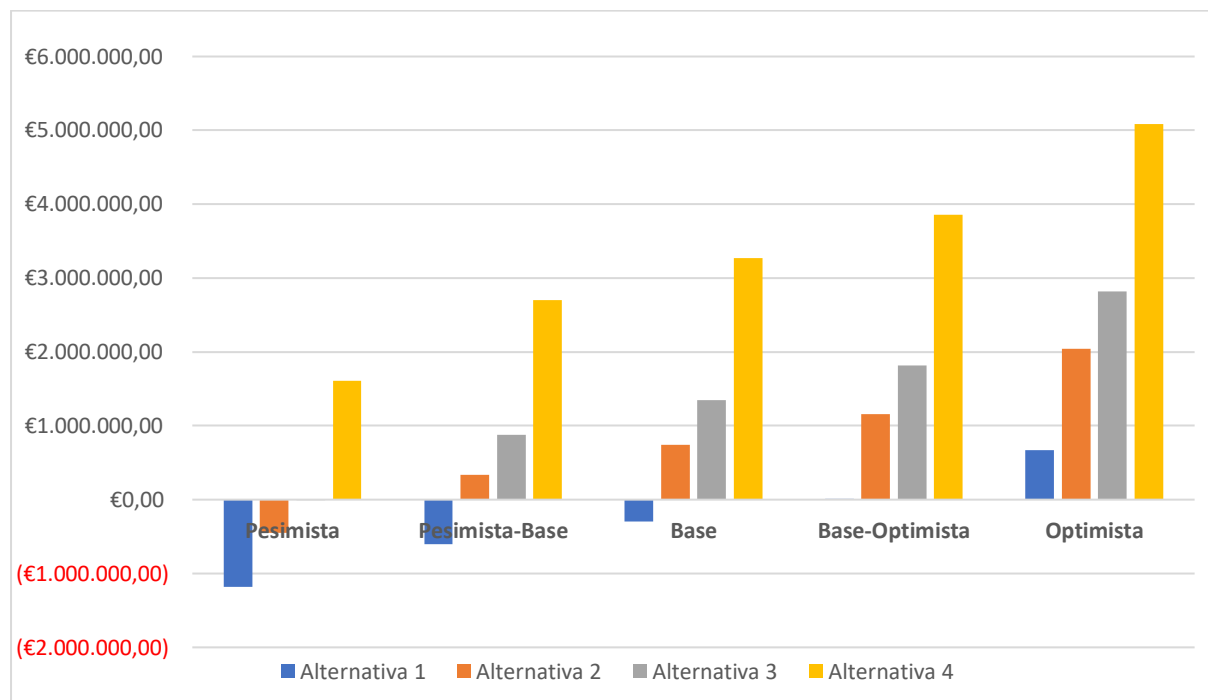


Figura 87. Gráfico de barras del análisis de escenarios. Fuente: Elaboración propia

Viendo los resultados obtenidos en el último gráfico expuesto, el VAN permanece positivo en casi todos los escenarios contemplados, y para todas las propuestas, excepto para la primera alternativa. Incluso para el escenario base la inversión no es rentable, como ya se había comentado anteriormente. Hay que tener un poco de cuidado con el escenario más pesimista, ya que tres alternativas resultan no rentables. Como anécdota, se observa que las diferencias son bastante constantes entre un escenario y otro, para las distintas alternativas.

5 CONCLUSIONES

El presente trabajo contempla una serie de alternativas para contribuir a la ampliación de la estación invernal estudiada. El propósito principal de este era la realización de un Análisis Coste – Beneficio con el cual obtener una serie de resultados sobre la viabilidad de distintas alternativas sobre la ampliación de la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo, el cual se ha cumplimentado con éxito.

En segundo plano, se proponía trabajar basándose en la consecución de una serie de objetivos secundarios como son: conocer en profundidad la teoría del Transporte por Cable y su aplicación a las Estaciones de Esquí, estudiar en detalle el ACB como una herramienta económica y sus pasos de aplicación al caso de estudio, realizar un análisis de sensibilidad y otro de escenarios asociados al ACB, y obtener los resultados finales.

Una vez se ha concluido con la realización del trabajo, la consecución de los objetivos secundarios de este y la ejecución del ACB se puede extraer una serie de conclusiones que informen sobre la viabilidad socioeconómica y medioambiental, y que den soporte a la empresa propietaria (CANTUR S.A.), de cara a tomar una decisión en lo que respecta al futuro de Alto Campoo. A continuación, se presentarán los comentarios finales referentes a los resultados objetivos y otras críticas de carácter más subjetivo.

Por una parte, hay que atender a los resultados obtenidos de los indicadores de rentabilidad. En concreto, el Valor Actualizado Neto será el criterio de decisión principal debido a su utilización extendida y a sus características.

De acuerdo con la tabla anterior, puede apreciarse como todas las alternativas, a excepción de la primera, resultan rentables, siendo el VAN positivo para ellas. Además, según como se plantearon las alternativas, el indicador crece a medida que el proyecto alcanza una mayor complejidad técnica y estructural, y un mayor presupuesto. Con lo cual, como suele ocurrir en muchas otras situaciones de inversión, cuanto mayor sea la magnitud del proyecto, mayor será la rentabilidad de este. De este modo, la **Alternativa 4** resulta la más ventajosa desde este punto de vista.

Sin embargo, otro aspecto a destacar es el hecho de que, aunque la Estación es propiedad de una empresa pública, esta no esté dispuesta o no alcance los medios para decantarse por la alternativa que mayor inversión inicial conlleva. Actualmente CANTUR S.A. no concibe la Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo como su principal instalación turística por lo que no suele ser habitual que la mayor parte de su capital vaya destinado a ella durante un ejercicio económico.

Por otra parte, en lo que respecta al Análisis de Sensibilidad se puede inferir que existen bastantes variables críticas que afectan al proyecto. En general, destacan el número de visitantes cada año y las dos constantes definidas (C: cte. Socioeconómica; K: cte. Método de Viaje).

En cuanto al número de visitantes, la afluencia ha crecido sustancialmente durante las dos últimas temporadas, aunque todavía se aleja de valores “récord” como los más de 264.768 usuarios que se alcanzaron en la temporada de 2008-2009. Las previsiones no resultan muy claras: existe mucho margen de crecimiento, y las inversiones realizadas durante los últimos años y propuestas, van encaminadas hacia ello; por otro lado, la incertidumbre de la climatología y el cambio climático, no aseguran temporadas en las que abunde la nieve y, como ya se comentó, pueden ser los principales factores que “echen para atrás” un proyecto de estas características.

Las dos constantes definidas durante la valoración de los impactos del proyecto hacen referencia a aquel estudio económico realizado sobre la comarca:

- C (cte. Socioeconómica): El estudio obtenido de una fuente contrastada afirmaba que, cada euro invertido supone entre 8 y 10 euros invertidos en la comarca. En el caso del trabajo, se ha asignado el valor de 8 para la constante, siendo el caso más pesimista.
- K (cte. Método de Viaje): Tiene un valor de 0,3, lo que significa que de cada euro invertido en la comarca un 30% va para las instalaciones de la empresa CANTUR S.A.. Esta estimación también puede considerarse como pesimista.

En este sentido, si el valor asignado de alguna de las constantes no fuese el correcto, se supone que lo más lógico es que variaría en la dirección positiva (en cuanto a un aumento de los ingresos del proyecto).

Existen muchas cuestiones que no quedan resueltas totalmente, pero en términos generales, se considera que la reanudación de las inversiones hacia una Estación

más competitiva es necesaria, sea cual sea la alternativa de ampliación escogida. En vista a lo expuesto anteriormente, se considera que el proyecto es rentable socioeconómica y medioambientalmente, y, por lo tanto, una buena elección para la Estación y la comarca de Campoo, que podrían comenzar a beneficiarse a partir del año 2020.

Por último, hay que destacar la importancia de las herramientas económicas como son el Análisis Coste – Beneficio y los métodos de valoración de activos. Aportan una gran variedad de datos objetivos que sirven como soporte para tomar decisiones relativas a la implantación de ciertas medidas o a la ejecución de proyectos de índole técnica e ingenieril.

6 BIBLIOGRAFÍA

- European Commission (Diciembre 2014), *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*. (Directorate General for Regional and Urban policy).
- Torres Ortega, S. (2018), *Módulo #1. La valoración del medioambiente*. (Apuntes de la Asignatura: Economía y Política Ambiental, del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Universidad de Cantabria).
- Serrano Ferrer, A. (Junio 2017). *Análisis Coste-Beneficio Medioambiental del nuevo “Crossrail” de Londres* (Trabajo Fin de Máster). Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/11897/Alicia%20Serrano%20Ferrer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández Castillo, C. (Junio 2018). *Análisis socio-económico de viabilidad de un parque undimotriz: aplicación en la costa cántabra* (Trabajo de Fin de Grado). Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14164/409395.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zorrilla Martínez, G. (Diciembre 2017). *Análisis Coste – Beneficio Medioambiental de alternativas para la mejora de la circulación del tráfico entre Requejada y Suances* (Trabajo Fin de Máster). Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14520/TFM%20Gema%20Zorrilla%20Mart%C3%ADnez%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torcida Bedia, J. (2013). *Diseño de la telesilla cuatriplaza de pinza fija “El Cornón”* (Trabajo de Fin de Máster). Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/3817>
- López Peña, N. (2009). *Estudio de la seguridad del telesilla Dílar y análisis de sus elementos* (Proyecto Fin de Carrera). Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/7460>

- Empresa de Transporte por Cable Poma [Sitio web] Disponible en <http://www.poma.net/>
- Empresa de Transporte por Cable LEITNER ropeways [Sitio web] Disponible en <https://www.leitner-ropeways.com/es/>
- Empresa de Transporte por Cable Doppelmayr [Sitio web] Disponible en <https://www.doppelmayr.com/es/>
- Instituto Cántabro de Estadística [Sitio web] Disponible en <https://www.icane.es/>
- Nevasport [Sitio web] Disponible en <https://www.nevasport.com/>
- Informe VANAT 2018 y 2019 [Sitio web] Disponible en <https://www.vanat.ch/publications.shtml>
- ATUDEM: Asociación de estaciones de esquí y montaña de España [Sitio web] Disponible en <http://www.atudem.es>
- ATUDEM (Noviembre 2017). *Reglamento de funcionamiento de las estaciones de esquí españolas integradas en ATUDEM*. [Sitio web] Disponible en <http://www.atudem.es/20151028/Reglamento-interno.aspx>
- ATUDEM (Noviembre 2018). *Informe. "El esquí español importa"*. [Sitio web] Disponible en <http://www.atudem.es/20181122/presentacion-informe-esqui-espanol-importa.aspx>
- Estación de Esquí y Montaña Alto Campoo [Sitio Web] Disponible en <https://altocampoo.com/inicio>
- Orro Acay, A., Novales Ordax, M. & Rodríguez Bugarín, M. (Septiembre 2003). *Transporte por cable*.
- Fraile Mora, J.J. (2016). *Máquinas Eléctricas*. 8ª Ed.

- Pearce, D., Atkinson, G. & Mourato, S. (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment. Recent Developments*.
- Hanley, N. & Spash, C.L. (1993). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*.
- Ministerio de Fomento (2014), *NOTA DE SERVICIO 3/2014: Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos*. (Secretaría de Estado de Infraestructuras, transporte y vivienda. Secretaría General de Infraestructuras. Dirección General de Carreteras. Subdirección General de Estudios y Proyectos).
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic (Marzo 2013). *Guía Práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. (Generalitat de Catalunya, Comisión Interdepartamental del Cambio Climático) [Sitio web] Disponible en https://descubrelaenergia.fundaciondescubre.es/wp-content/blogs.dir/9/files/2013/07/Guia-practica-calcul-emisiones_rev_ES.pdf
- Sociedad Regional Cántabra de Promoción Turística, S.A. (CANTUR) [Sitio web] Disponible en <https://www.cantur.com/inicio>
- Portal Oficial de Turismo de Cantabria (2018). *Plan de Márketing Turístico de Cantabria 2018/19*. [Sitio web] Disponible en <https://profesional.turismodecantabria.com/ficheros/esp/Informes/83C88812-BDD5-51CB-E663-86EE8532129C.pdf/>
- CANTUR S.A.. (2018). *Plan de Marketing Turístico para la campaña de promoción de Cantabria 2018-2019* (Documento sector profesional).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (BOE núm. 296, de 11 de diciembre de 2013).
- La Directiva 2000/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al transporte por cable, emitida el 20 de marzo del año 2000.
- CANTUR S.A.. (Noviembre 2010). *Estudio de Impacto Ambiental (Datos Complementarios)*. “Instalación de nieve artificial y abastecimiento de agua a la estación de Alto Campoo”.

- Cáncer Pomar, L. & Pérez Cabello, F. (2001). *El impacto ambiental de las pistas de esquí en los dominios supraforestales: cambios en los paisajes rurales altimontanos*. Área de Geografía Física. Universidad de Jaén. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Fundación Dialnet. [Sitio web] Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=34933>
- Purroy Balda, J., González Sánchez, F., González García, R. & Palazuelos Berasategui, B, 2016. *Plan de gestión para favorecer la biodiversidad en la estación de esquí de Alto Campoo*. En LIFE + Econnect: Improving connectivity of Natura 2000 network in mountain areas (LIFE12 NAT/ES/000766) Acción A4. SEO/BirdLife. Cantabria. <http://www.lifeconnect.org>
- Feo Parrondo, F. (2006). *Las estaciones de esquí en la Cordillera Cantábrica*. Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. [Sitio web] Disponible en <http://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/las-estaciones-de-esqui-en-la-cordillera-cantabrica-0/>

7 ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

7.1 ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Transbordador de la China Imperial. Fuente: Exposición Torres Quevedo.</i>	9
<i>Figura 2. Patente de Invención. Fuente: Exposición Torres Quevedo</i>	12
<i>Figura 3. Bocetos del “transbordador”. Fuente: Exposición Torres Quevedo</i>	13
<i>Figura 4. Imagen real del transbordador. Fuente: flickr.com</i>	14
<i>Figura 5. Maqueta del transbordador. Fuente: Exposición Torres Quevedo</i>	14
<i>Figura 6. Funicular en la ciudad noruega de Bergen. Fuente: tripadvisor.es</i>	16
<i>Figura 7. Ascensor inclinado o Funicular de Santander. Fuente:</i> <i>mirincondelabahia.wordpress.com</i>	17
<i>Figura 8. Telesquí “Los Asnos” de Alto Campoo. Fuente: Elaboración propia.</i>	18
<i>Figura 9. Vista lateral estación inferior telesquí desembragable (“Los Asnos”).</i> <i>Fuente: altocampoo.com.....</i>	18
<i>Figura 10. Estación superior telesquí desembragable (“Los Asnos”). Fuente:</i> <i>altocampoo.com</i>	19
<i>Figura 11. Teleférico de Fuente Dé. Fuente: Wikipedia.org</i>	20
<i>Figura 12. Telecabina en Baqueira Beret. Fuente: booking.com</i>	21
<i>Figura 13. Telecabina Sauna. Fuente: nevasport.com</i>	22
<i>Figura 14. Telecabina Parque de la Naturaleza de Cabárceno. Fuente:</i> <i>blog.vueling.com.....</i>	22
<i>Figura 15. Telesilla de pinza fija Tres Mares, Alto Campoo. Fuente: Elaboración</i> <i>propia</i>	23
<i>Figura 16. Telesilla desembragable Río Hija, Alto Campoo. Fuente: Elaboración</i> <i>propia</i>	23
<i>Figura 17. Diagrama de uno de los sistemas de control de la empresa LEITNER</i> <i>ropeways. Fuente: www.leitner-ropeways.com/es/.....</i>	28
<i>Figura 18. Imagen aérea de la instalación. Fuente: altocampoo.com.....</i>	28
<i>Figura 19. Vista exterior de la estación motriz, Figura 20. Cuadro de mandos de la</i> <i>estación motriz. Fuente: Elaboración propia</i>	29
<i>Figura 21. Motor auxiliar de gasoil, Figura 22. Cuadro de mandos del motor auxiliar.</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i>	29

<i>Figura 23. Motor eléctrico de corriente continua (Motor principal), Figura 24. Placa de características del motor principal. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 25. Freno eléctrico conectado al eje de transmisión del motor principal, Figura 26. Regulador. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 27. Imagen global de la sala 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>30</i>
<i>Figura 28. Autómata programable de toda la instalación junto con cuadro de mandos de la sala, Figura 29. Equipo hidráulico principal formado por el acumulador Hydac y el sistema hidráulico de Goimendi Rexroth. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 30. Estación de desembarque Tres Mares. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 31. Cuadro de mandos de la caseta de desembarque, Figura 32. Dispositivo de Seguridad (Detenimiento inmediato de la instalación). Fuente: Elaboración propia</i>	<i>31</i>
<i>Figura 33. Estación motriz, Figura 34. Estación de desembarque. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 35. Autómata programable de toda la instalación, Figura 36. Cuadro de información general y control de cadencia del sistema de embrague. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 37. Sistema de desembrague de la silla, Figura 38. Motor auxiliar junto con cuadro de mandos (Diesel Power). Fuente: Elaboración propia</i>	<i>32</i>
<i>Figura 39. Reductor (Sistema de trenes de engranajes), Figura 40. Motor eléctrico de corriente alterna (asíncrono trifásico), freno eléctrico y aerotermo. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 41. Vista general de la sala (Se observan los dos ejes de transmisión), Figura 42. Vista general del equipo hidráulico de la marca Ethywag. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>33</i>
<i>Figura 43. Teleférico de grupo cercano a la ciudad china de Shangri-La. Fuente: 123rf.com.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 44. Funitel de la empresa Doppelmayr instalado en Eslovaquia. Fuente: doppelmayr.com</i>	<i>34</i>
<i>Figura 45. Tricable de la empresa Doppelmayr instalado en Austria. Fuente: doppelmayr.com</i>	<i>35</i>
<i>Figura 46. Telemix en la Estación sueca de Äre. Fuente: leitner-ropeways.com</i>	<i>35</i>
<i>Figura 47. Diagrama de Gantt de las actividades de la obra. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>44</i>

<i>Figura 48. Portada de la obra del Abad Saint-Pierre. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	45
<i>Figura 49. Criterios Kaldor-Hicks y Pareto. Fuente: Torres Ortega, 2016.0</i>	50
<i>Figura 50. Los 17 ODS. Fuente: undp.org</i>	52
<i>Figura 51. Fases de la metodología Análisis Coste-Beneficio. Fuente: Elaboración propia</i>	54
<i>Figura 52. Tabla sobre el valor económico total y los métodos de valoración de activos. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	61
<i>Figura 53. Precio unitario del dinero en función del tiempo (años) y de la tipología de descuento. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	65
<i>Figura 54. Categorías de variables y ejemplos. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	70
<i>Figura 55. Análisis de sensibilidad con tres variables críticas. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	71
<i>Figura 56. Plano de pistas virtual de la Estación de San Glorio. Fuente: nevasport</i>	73
<i>Figura 57. Evolución de la afluencia de esquiadores en Estaciones españolas. Fuente: Informe VANAT 2019</i>	75
<i>Figura 58. Tipología de Estaciones y visitantes en España. Fuente: Informe VANAT 2019</i>	75
<i>Figura 59. Tasa de crecimiento interanual de Italia, España, Austria y Suiza. Fuente: Informe VANAT 2018.</i>	76
<i>Figura 60. Distribución de pernoctaciones hoteleras y grado de ocupación por zonas turísticas de Cantabria. Fuente: ICANE, encuesta de ocupación hotelera.</i>	77
<i>Figura 61. Crecimiento del turismo en Cantabria. Fuente: ICANE</i>	79
<i>Figura 62. Turismo rural en Cantabria. Fuente: INE, ICANE</i>	79
<i>Figura 63. Intereses de los turistas de Cantabria. Fuente: UNICAN</i>	79
<i>Figura 64. Imagen desde satélite. Fuente: wikiwand.com</i>	82
<i>Figura 65. Ubicación de Alto Campoo. Fuente: altocampoo.com</i>	82
<i>Figura 66. Placa en el refugio del C.A.Tajahierro. Fuente: Elaboración propia</i>	83
<i>Figura 67. Vistas del valle de Campoo desde la Estación y Figura 68. desde Brañavieja. Fuente: Elaboración propia</i>	86
<i>Figura 69. Plano de pistas de Alto Campoo. Fuente: altocampoo.com</i>	87
<i>Figura 70. Pista ubicada en las cotas bajas de la Estación mantenida gracias a los cañones. Fuente: Elaboración propia</i>	88

<i>Figura 71. Impacto visual que dejan los restos de la antigua pista “La Tabla”. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 72. Temperaturas medias y precipitación recogidas en Mataporquera. Fuente: aemet.com.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 73. Área de actuación del proyecto Life+Econnect (marcada en rojo). Fuente: altocampoo.com</i>	<i>93</i>
<i>Figura 74. Abedular que cubre las laderas de Cotomañinos. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 75. Grupo de corzos en la ribera del río Híjar. Fuente: Elaboración propia ..</i>	<i>94</i>
<i>Figura 76. Las nuevas pistas proyectadas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 77. Imagen del Pico Cornón y de la amplitud de su área esquiable. Fuente: altocampoo.com</i>	<i>96</i>
<i>Figura 78. Pico Cornón visto desde la pista “Los Asnos”. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 79. Las nuevas pistas proyectadas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 80. y Figura 81. Accesos a la instalación y el cauce del río Híjar. Fuente: google.com/maps (1), Elaboración propia (2)</i>	<i>99</i>
<i>Figura 82. Actual telesilla, pistas y pico Cuchillón. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 83. Distribución de los ingresos (tanto por uno). Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>127</i>
<i>Figura 84. Distribución de los costes (tanto por uno). Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>128</i>
<i>Figura 85. Evolución del VAN en función de la tasa de descuento para todas las alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>130</i>
<i>Figura 86. Gráfico de barras del análisis de sensibilidad para las cuatro alternativas Fuente: Elaboración propia</i>	<i>135</i>
<i>Figura 87. Gráfico de barras del análisis de escenarios. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>136</i>

7.2 ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Comparativa motores CC y CA. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>40</i>
---	-----------

<i>Tabla 2. Referencia de Horizontes Temporales Propuesta por la Comisión Europea. Fuente: European Commission. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects (2014)</i>	56
<i>Tabla 3. Horizontes temporales Proyectos Medioambientales. Fuente: Torres Ortega 2016.0</i>	56
<i>Tabla 4. Tabla de decisiones en función del VAN. Fuente: Elaboración Propia</i>	67
<i>Tabla 5. Tabla de decisiones en función de R. Fuente: Elaboración Propia</i>	67
<i>Tabla 6. Tabla de decisiones en función del Ratio C/B. Fuente: Elaboración Propia</i>	68
<i>Tabla 7. Tabla de decisiones en función del TIR. Fuente: Elaboración Propia</i>	69
<i>Tabla 8. Distribución de pernoctaciones hoteleras y grado de ocupación por zonas turísticas de Cantabria.</i>	77
<i>Tabla 9. Afluencia anual de la Estación en los últimos años. Fuente: altocampoo.com</i>	77
<i>Tabla 10. Distancias entre grandes ciudades y la Estación. Fuente: Elaboración propia</i>	85
<i>Tabla 11. Características de los remontes de Alto Campoo. Fuente: nevasport.com</i>	100
<i>Tabla 12. Análisis de “stakeholders” del Proyecto. Fuente: Elaboración propia</i>	103
<i>Tabla 13. Ponderaciones alternativa 1. Fuente: Elaboración propia</i>	109
<i>Tabla 14. Ponderaciones alternativa 2. Fuente: Elaboración propia</i>	110
<i>Tabla 15. Ponderaciones alternativa 3. Fuente: Elaboración propia</i>	111
<i>Tabla 16. Ponderaciones alternativa 4. Fuente: Elaboración propia</i>	112
<i>Tabla 17. Presupuestos de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	113
<i>Tabla 18. Coste de personal de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	114
<i>Tabla 19. Coste de la energía de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	115
<i>Tabla 20. Costes de operación de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	115
<i>Tabla 21. Costes de mantenimiento (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	116
<i>Tabla 22. Ingresos económicos (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	117

<i>Tabla 23. Ingresos ahorro de tiempo (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 24. Ingresos socioeconómicos (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 25. Algunos de los costes ambientales (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 26. Costes de geomorfología (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 27. Costes atmósfera construcción de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 28. Costes atmósfera coches (anuales) de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 29. Costes atmósfera totales de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 30. Impactos expansión (anuales) de las distintas alternativas primera década. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 31. Ingresos expansión (anuales) de las distintas alternativas segunda y tercera décadas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 32. Inversión inicial y flujos de caja de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 33. Indicadores de rentabilidad de las distintas alternativas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 34. Variación porcentual del VAN del proyecto ante una variación de $\pm 1\%$ de los parámetros. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 35. Variación porcentual del VAN del proyecto ante una variación de $\pm 1\%$ de las principales variables. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 36. Resultados del VAN del proyecto para las cuatro alternativas y los cinco escenarios Fuente: Elaboración propia</i>	<i>136</i>

8 AGRADECIMIENTOS

Una vez finalizado el trabajo, me gustaría ofrecer unas palabras finales a modo de dedicatoria:

- *En primer lugar, a toda mi familia, en especial a mi madre y hermana, porque juntos hemos superado una etapa, y me habéis apoyado en todos los momentos a lo largo de estos años de mucho esfuerzo.*
- *A mis amigas y amigos, los cercanos, los compañeros de hockey, y muchos otros, que me han seguido durante estos años mostrando su interés y su aliento, reconociendo siempre el trabajo realizado.*
- *Al resto de compañeras y compañeros, de los que he recibido consejos y ayuda en todo momento.*
- *A profesoras, profesores y resto de personal docente, gracias a los cuales he podido aprender muchas cosas y ampliar enormemente mi conocimiento.*
- *A otras personas, que hayan dedicado tiempo en mi y que hayan supuesto un impacto positivo en mis estudios.*